

VŠB – TECHNICKÁ UNIVERZITA OSTRAVA

FAKULTA STROJNÍ

KATEDRA VÝROBNÍCH STROJŮ A

KONSTRUOVÁNÍ

Konstrukční návrh šrotovacího a moštovacího zařízení

Design of scraping and pressing equipment

Student:

Bc. Patrik Mattivi DiS

Vedoucí diplomové práce:

Dr.Ing. Jaroslav Melecký

Datum odevzdání:

21. 5. 2019

Zadání diplomové práce

Student: **Bc. Patrik Mattivi, DiS.**
Studijní program: N2301 Strojní inženýrství
Studijní obor: 3909T001 Konstrukční a procesní inženýrství
Specializace: 20 Výrobní stroje a zařízení
Téma: **Konstrukční návrh šrotovacího a moštovacího zařízení**
Design of Scraping and Pressing Equipment
Jazyk vypracování: čeština

Zásady pro vypracování:

V rámci diplomové práce navrhnete šrotovací a moštovací zařízení. Práce bude obsahovat:

- analýzu a řešení dané problematiky
- jednotlivé konstrukční uzly včetně násypky, pohonu, podavače, šrotovacího a lisovacího zařízení a separace tuhé a kapalné složky
- volbu vhodného materiálu pro jednotlivé komponenty
- potřebné technické výpočty
- postup montáže a demontáže zařízení
- 3D model celého zařízení ve vhodném CAD softwaru
- výkresovou dokumentaci

Vycházejte z těchto technických údajů a parametrů:

- kapacita násypky 50 - 100 kg
- podavač bude na principu šnekového dopravníku
- pohon lisovacího zařízení volte pomocí hydraulického válce

Bližší specifikace a ujasnění požadavků bude upřesněno v průběhu řešení diplomové práce.

Seznam doporučené odborné literatury:

JEŘÁBEK, K. *Metodika navrhování strojů*. 1.vyd. Praha, Ediční středisko ČVUT Praha, 1999. 119 s.
ČÁSENSKÝ, M. *Metodika konstruování*. 1. vyd. Praha, Ediční středisko ČVUT Praha, 1990. 122 s.
LEINVEBER, J., VÁVRA, P. *Strojnické tabulky* (4. přepracované vydání). Úvaly, 2008, ALBRA – pedagogické nakladatelství. 914 s. ISBN 978-80-7361-051-7.
MYNÁŘ, V. A KOL. *Části strojů*. VŠB-TU Ostrava, 1978. 398 s.
ČSN 01 6910 *Úprava písemností psaných strojem nebo zpracovaných textovými editory*. Praha, Český normalizační institut, srpen 1997. 36 s.
ČSN ISO 690 *Bibliografické citace*. Obsah, forma a struktura. Praha, Český normalizační institut, 1996. 32 s.

Formální náležitosti a rozsah diplomové práce stanoví pokyny pro vypracování zveřejněné na webových stránkách fakulty.

Vedoucí diplomové práce: **Dr.Ing. Jaroslav Melecký**

Datum zadání: 21.12.2018

Datum odevzdání: 20.05.2019

doc. Dr. Ing. Ladislav Kovář
vedoucí katedry




prof. Ing. Ivo Hlavatý, Ph.D.
děkan fakulty

Místopřísežné prohlášení studenta

Prohlašuji, že jsem tuto diplomovou práci vypracoval samostatně pod vedením vedoucího diplomové práce a použil jsem literárních pramenů a informací, které cituji a uvádím v seznamu použité literatury.

V Ostravě 20.5.2019

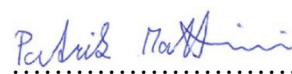
.....


Podpis studenta

Prohlašuji, že

- jsem byl seznámen s tím, že na mou diplomovou (bakalářskou) práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. – autorský zákon, zejména § 35 – užití díla v rámci občanských a náboženských obřadů, v rámci školních představení a užití díla školního a § 60 – školní dílo;
- беру на ве́домі, že Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava (dále jen VŠB-TUO) má právo nevýdělečně, ke své vnitřní potřebě, diplomovou (bakalářskou) práci užít (§ 35 odst. 3);
- souhlasím s tím, že diplomová (bakalářská) práce bude v elektronické podobě archivována v Ústřední knihovně VŠB-TUO a jeden výtisk bude uložen u vedoucího diplomové (bakalářské) práce. Souhlasím s tím, že bibliografické údaje o diplomové (bakalářské) práci budou zveřejněny v informačním systému VŠBTUO;
- bylo sjednáno, že s VŠB-TUO, v případě zájmu z její strany, uzavřu licenční smlouvu s oprávněním užít dílo v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona;
- bylo sjednáno, že užít své dílo, diplomovou (bakalářskou) práci, nebo poskytnout licenci k jejímu využití mohu jen se souhlasem VŠB-TUO, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly VŠB-TUO na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše).

V Ostravě dne 20.5.2019



Podpis

Jméno a příjmení studenta:

Patrik Mattivi

Adresa trvalého pobytu studenta:

Mendelova 333/30, Nový Jičín

ANOTACE DIPLOMOVÉ PRÁCE

Mattivi P. Ostrava: VŠB – Technická univerzita Ostrava, Fakulta strojní, Katedra výrobních strojů a konstruování, 2019, 64 s. Vedoucí práce: Dr.Ing. Jaroslav Melecký.

Diplomová práce se zaměřuje na konstrukční návrh komplexního zařízení pro výrobu moštu. Součástí práce je úvod do problematiky moštování a jednotlivé konstrukční návrhy drtičů a lisů na ovoce.

V práci jsou čtyři hlavní konstrukční uzly: násypka na ovoce, drtící zařízení, šnekový dopravník, lisovací zařízení. Ke každému konstrukčnímu uzlu jsou vyhotoveny sestavní výkresy a kompletní výrobní dokumentace spolu s kusovníky na základě 3D modelu celé sestavy. Práce obsahuje výpočty pro návrh motoru drtícího zařízení, návrh hydraulického obvodu lisovacího zařízení, kontrola ložiska, kontrola lisovacího zařízení metodou konečných prvků.

Výstupem diplomové práce jsou náklady na výrobu a ekonomická návratnost daného zařízení.

ANOTATION OF DIPLOM THESIS

The diploma thesis focuses on the design of complex machine for the must production. The thesis has three parts: introduction to the issue of must production, proposed design of crushers and fruit presses and the conclusion with financial cost.

There are four main construction nodes in the thesis: fruit hopper, crushing device, screw conveyor, pressing device. Assembly drawings are made for each construction node. Complete production documentation with BOMs based on the 3D model of the construction is included too. The thesis contains calculations for the design of the crushing machine engine, the design of the hydraulic circuit of the pressing device, the check of the bearing, the Finite Element Method of pressing device.

The output of the thesis is the cost of production and the economic return of the equipment.

Poděkování

Děkuji svému vedoucímu práce Dr.Ing. Jaroslavu Meleckému za vedení, vstřícný přístup a věcné rady, které mi pomohly při tvorbě diplomové práce.

Seznam použitých symbolů a zkratek

A	průřez třísky	[mm]
D	průměr řezného kotouče	[m]
F	síla	[N]
F_{MAX}	síla vyvozená válcem	[N]
G	tíha	[N]
M_k	kroutící moment	[Nm]
P	řezný výkon drtiče	[W]
P_{0a}	ekvivalentní zatížení ložiska	[N]
S_1	obsah podstavy hydraulického válce	[m ²]
S_2	obsah podstavy lisovací nádoby	[m ²]
S_3	plocha pístnice	[m ²]
V	objem zubového čerpadla	[cm ³]
W_k	modul průřezu v krutu	[mm ³]
a	délka nože	[mm]
b	šířka nože	[mm]
c_{0a}	statická únosnost ložiska	[N]
d_{min}	průměr hřídele	[mm]
g	tíhové zrychlení	[m/s ²]
i	poloměr setrvačnosti	[-]
l_0	redukovaná délka	[m]
n	otáčky elektromotru	[ot/min]
p_1	tlak v hydraulickém válci	[Pa]
p_2	tlak v lisovací nádobě	[Pa]
r_1	poloměr pístu hydraulického válce	[m]

r_2	poloměr lisovací nádoby	[m]
s_0	bezpečnost ložiska	[-]
v	řezná rychlost	[m/mm]
λ	mezní štíhlost	[-]
σ_{MAX}	maximální napětí pístnice	[MPa]
σ_{DOV}	dovolené napětí	[MPa]
ω_M	obvodová rychlost	[rad/s]
τ	smykové napětí	[MPa]

Obsah

1	Úvod do problematiky moštování.....	12
2	Skladba ovoce	13
2.1	Voda.....	13
2.2	Cukry.....	13
2.3	Vláknina.....	13
2.4	Škrob	14
2.5	Třísloviny.....	14
2.6	Bílkoviny.....	14
2.7	Vitamíny	15
3	Ovoce vhodné k moštování.....	16
3.1	Jablka	17
3.2	Hrušky.....	18
3.3	Drobné ovoce a peckoviny.....	18
4	Výtěžnost šťávy z ovoce	19
5	Zjišťování cukernatosti moštu.....	20
6	Určování kyselosti moštu.....	21
7	Moštování	22
7.1	Třídění ovoce	23
7.2	Mytí ovoce	23
7.3	Drcení ovoce	24
7.3.1	Drtič válcový.....	25
7.3.2	Drtič diskový.....	26
7.3.3	Drtič s rotujícím nožem.....	27
7.4	Lisování ovocné drtě.....	28
8	Hlavní požadavky na lisy.....	29
8.1	Základní typy lisů	30
8.1.1	Stolní dřevěný lis	30
8.1.2	Šroubový lis s pomocnou hydraulikou.....	31
8.1.3	Šroubový lis s výklopnou podlážkou	32
8.1.4	Hydraulický lis s výklopným mostem	33
9	Údržba lisů	34

10	Výlisky – likvidace odpadu.....	34
11	Konzervace vylisované šťávy	35
12	Praktická část	36
12.1	Výpočtová část drtiče.....	36
12.2	Kontrola axiálního ložiska	38
12.3	Návrh hydraulického obvodu.....	39
12.3.1	Potřebný tlak v hydraulickém obvodu	39
12.3.2	Kontrola pístnice na vzpěr	40
12.3.3	Návrh hydraulického čerpadla	41
12.3.4	Návrh motoru pro zubové čerpadlo.....	42
12.3.5	Schéma zapojení hydraulického obvodu.....	43
12.4	MKP lisu	44
12.5	Konstrukce	46
12.5.1	Násypka pro ovoce.....	46
12.5.2	Drťící zařízení.....	47
12.5.3	Šnekový dopravník	50
12.5.4	Lisovací zařízení	51
13	Cenová kalkulace	55
14	Použitý software.....	59
14.1	Catia V5	59
14.2	Autodesk Inventor.....	60
15	Závěr	61
16	Seznam použité literatury.....	62
17	Seznam příloh	64

1 Úvod do problematiky moštování

K procesu moštování většinou přistupujeme v sezóně sklizně ovocných plodů⁶. Zejména moštujeme jablka nebo hrušky. Pěstitelé se snaží, aby ovocné plodiny byly využitelné celý rok. Avšak k dlouhodobému skladování se hodí jenom kvalitní druhy ovoce. Aby nedocházelo k plýtvání ne tak kvalitních plodů, tak je můžeme zpracovat do podoby moštu.

Z pohledu nutričních hodnot se v čerstvém ovoci, ale také ve zpracované formě jako například moštu nebo sušeném ovoci, vyskytuje energetická a neenergetická složka. Do energetické složky spadají cukry, alkohol a tuky. Mezi neenergetickou složku můžeme zařadit hlavně vitamíny, vlákninu, chemické prvky, a vodu.

2 Skladba ovoce

2.1 Voda

Největším podílem v ovoci je voda, která se nachází ve vakuolách buněk. Voda je nezbytným prostředím pro biochemické přeměny v ovoci. Pokud ovoce vadne a ztrácí hmotnost, tak v něm dochází k nadměrnému výparu vody a narušuje se tak přirozená stabilita fyziologických procesů. Pokud k tomuto jevu dojde, tak se ovoce stává nevhodným k dalšímu zpracování.

2.2 Cukry

Cukry, můžeme nazývat i sacharidy, vznikají v zelených částech rostlin. Tyto cukry jsou rozpustné ve vodě. V ovoci najdeme hlavně monosacharidy, takzvané jednoduché cukry, jsou jimi hroznový cukr, glukóza, fruktóza a ovocný cukr. Cukry společně s kyselinami se podílejí na chuťových vjemech. Obsah cukru v ovoci je proměnný a určuje ho jakého je ovoce druhu, odrůdy, jaké je zralosti, teplotě a vodních srážek.

2.3 Vláknina

Vláknina je velice důležitá pro zdraví člověka, podílí se na celkové struktuře plodu společně s ligninem a pektinem. Pokud máme nedostatek vlákniny tak to může zapříčinit některé choroby trávicího ústrojí. Vláknina vyvolává pocit sytosti a působí příznivě na peristaltiku střev. Jablka, hrušky anebo broskve jsou bohatým zdrojem vlákniny.

2.4 Škrob

Škrob tvoří základní produkt asimilace. Nejvíce škrobu je obsaženo v nezralém ovoci. Když ovoce zraje, tak se hydrolyzuje na cukr, takže se při zrání obsah škrobu v ovoci snižuje. Zralost ovoce můžeme rozdělit na fyziologickou a konzumní. Fyziologická zralost nastane tehdy, když v plodu je dospělé semeno. Konzumní zralost znamená, že dužina ovoce získává příjemnou chuť a vůni.

2.5 Třísloviny

Třísloviny jsou kyselé látky, která jsou původcem svíravé chuti v ovoci. Pokud dojde k mechanickému poškození slupky či dužiny ovoce, tak způsobují hnědnutí.

2.6 Bílkoviny

Bílkoviny patří mezi složité dusíkaté látky, které nejsou nahraditelné jinými živinami. Tvoří základní stavební složku buněčných plazmatů a jsou nositeli biochemických projevů života. Můžeme je rozdělit na jednoduché a složité bílkoviny

2.7 Vitamíny

Vitamíny patří mezi biologické katalyzátory. Účelně ovlivňují vyvážený a citlivý systém přeměny látek v energii v našem organismu. Vitamíny a hormony udržují v lidském organismu rovnováhu biochemických reakcí. Pro každý vitamín existuje určitá doporučená hodnota, a organismus ji musí udržovat pravidelným příjmem. Vitamíny můžeme rozdělit podle toho, zdali jsou rozpustné ve vodě nebo v tucích.

Ovoce	Sušina	Voda	Cukry	Vláknia	Kyseliny	pH	Třísloviny
jablka	16,30	83,70	10,50	1,50	0,80	3,20	0,10
hrušky	16,34	83,66	9,95	2,16	0,35	3,60	0,05
rybíz	16,27	83,73	5,33	4,07	2,17	3,10	0,13
švestky	17,10	82,90	8,72	0,48	1,08	3,30	0,09
meruňky	16,79	83,24	7,56	0,70	1,01	3,40	0,08
broskve	16,18	83,82	7,52	0,78	0,77	3,70	0,10
třešně	17,88	82,12	10,18	0,25	0,72	3,90	0,10
jahody	11,36	88,64	6,33	2,60	1,32	3,60	0,20
maliny	15,65	84,35	5,18	5,23	1,45	3,30	0,25
angrešt	13,53	86,47	6,06	2,82	1,82	3,10	0,10

Tabulka 1: Průměrné hodnoty látkového složení ovoce v %

3 Ovoce vhodné k moštování

Do ovocné skupiny zahrnujeme pravé i nepravé plody kulturních a také divoce rostoucích rostlin⁹. Z hlediska botaniky můžeme rozdělit ovoce do tří základních skupin:

- Jádrové
- Peckové
- Drobné

V tabulce 2 je uveden přehled hlavních druhů tuzemského ovoce, vhodného k získávání ovocných šťáv, a jejich nejčastější využití.

Druh	A	B	C	D	E	F	G
Angrešt	s			+			+
Bezinky			s	s			+
Borůvky	+		+	+			+
Hrušky	s	+	s		s		+
Jablka	+	+	+	+	+	+	+
Jahody		+	+			+	+
Jeřabiny sladké			s	s			+
Maliny		+	+			+	+
Meruňky		+					+
Mirabelky		+					+
Ostružiny	+		+	+		+	+
Rybíz	+	+	+	+		+	+
Ryngle							+
Slívy							+
Šípky			s	+	s		+
Švestky			s				+
Trnky			s	s			+
Třešně		s	s	s			+
Višně	+	+	+	+		+	+

Tabulka 2: Matrix ovoce vhodného ke zpracování (A – mošt, B – kalná šťáva, C – sirup, D – ovocné víno, E – cider, F – alkoholizovaná šťáva, G – destilát, + - vhodné využití, s – zpracování spolu s jiným ovocem)

Ovoce můžeme rozdělit na takzvané měkké a tvrdé ovoce. Měkké ovoce pouští při lisovacím procesu snadno šťávu. Kdežto tvrdé ovoce je třeba nejprve rozdrtit a až poté tuto drť vylisovat a získat tak ovocnou šťávu. Lisovací procesem získáme přírodní šťávu, kterou můžeme využít k přímé konzumaci, nebo poslouží jako základní produkt k dalšímu zpracování. Některé plody ovoce je třeba dochutit, aby se z nich stal lahodný mošt. Toho můžeme dosáhnout tím, že smícháme různé druhy ovoce ještě před lisováním, anebo smícháním již vylisovaných moštů. Například jablka anebo hrušky tyto úpravy již nepotřebují a stávají se tak po vylisování sladkým lahodným nápojem. Ovoce, které je možné zpracovat do podoby moštu jsou vyznačeny v tabulce (tabulka 2).

3.1 Jablka

Jablka jsou hojně využívaným ovocem, a můžeme je zařadit mezi nerozšířenější surovinu pro výrobu moštů. Můžeme je však také využít pro výrobu jablečných vín a destilátů. Mezi vhodné odrůdy můžeme zařadit podzimní a zimní ve fyziologické až konzumní zralosti. Pokud bychom chtěli zpracovávat nezralá jablka, tak bychom zjistili, že mají malou výtěžnost. Na druhou stranu přezralá jablka se zase špatně lisují. Šťáva z nedozrálého ovoce má kyselou svíravou chuť, u přezrálého ovce je chuť nevýrazná a bez aroma. Jablka pro výrobu moštů můžeme rozdělit do tří skupin:

- Jablka moštářenských odrůd → stejný druh a ruční sklizeň
- Jablka moštářenských odrůd → různé druhy vzájemně smíchané
- Jablka padaná, odrůdově nejednotná, ale zdravá a mechanicky nepoškozená

U spadných jablek musíme zajistit, aby dlouho neležela pod stromy. Mechanicky poškozená jablka musíme zpracovat co nejrychleji, anebo je při zpracování hned vyloučit. V případě poškození slupky nebo dužiny ovoce rychle podléhá plísním a hnilobě. Odkrojení postižené části plodu není vždy účinné, protože zbytek plodu, i když vizuálně se zdá být zdravý, může být napaden mykotoxiny. Při zpracování jednotlivých odrůd, anebo několika druhů odrůd, získáme mošt skvělé jakosti.

3.2 Hrušky

Pokud porovnáme hrušky s jablky, tak hrušky mají méně kyselin a větší obsah vlákniny. Jsou velmi náchylná ke hnědnutí, proto je třeba přejít hned k lisovacímu procesu. Mošt z hrušek je velmi kvalitní hlavně z nutričního hlediska. Hrušky je možné přidávat k jablkům až do 30 % hmotnostního podílu, tím získáme lahodnější a kořenitou příchuť jablečného moštu. Stejně jako u jablek, tak i u hrušek, není vhodné k moštování přezrálých a nahnilých plodů.

3.3 Drobné ovoce a peckoviny

Mezi drobné ovoce a peckoviny můžeme zařadit švestky, meruňky, jahody, maliny. Pro moštování se používají jen zřídka. Objem sklizně není tak úrodný, aby vznikl přebytek tohoto druhu ovoce, a je většinou zpracováváno buď pro přímou konzumaci anebo se z nich dělají marmelády.

4 Výtěžnost šťávy z ovoce

Výtěžností označujeme, kolik podílu šťávy jsme schopni odlisovat z daného ovoce. Každé ovoce má svoji různou výtěžnost. Z tabulky níže jsme schopni zjistit předpokládanou spotřebu čerstvého ovoce na 100 litrů šťávy. Můžeme ji rozdělit do tří hodnot:

A – optimální

B – minimální

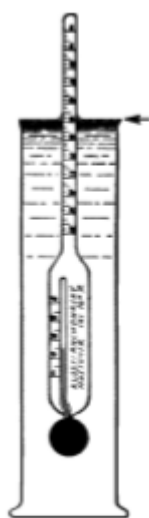
C – maximální

Druh šťávy	°RS	Ovoce kg	A	B	C
Jablečná podzimní	9	100	69,7	54	80
Jablečná zimní	10	100	69,9	54	80
Hrušková	9	100	60,2	55	80
Rybízová červená	7	100	76	62	85
Rybízová černá	9	100	74	62	85

Tabulka 3: Předpokládaná spotřeba ovoce na získání 100 moštu (°RS znamená nejnižší stupeň obsahu refraktometrické sušiny)

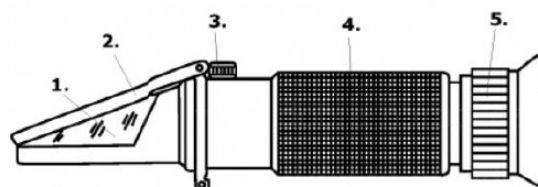
5 Zjišťování cukernatosti moštu

Po vylisování je možné zjistit jakou cukernatost má daný mošt¹⁰. Tuto hodnotu zjišťujeme pomocí hustoměrů (moštoměrů) nebo refraktometrů. Mezi nejvíce využívané moštoměry můžeme zařadit Klosterneuburský moštoměr (obr. 1). Ten je opatřen upravenou stupnicí, která zobrazí váhové procento cukru v moštu bez ohledu na obsah necukerných látek. Stupnice je kalibrována při teplotě 17,5°C, proto je nutné provádět měření za této teploty. V jiném případě dospějeme ke zkresleným výsledkům. Pro přibližné hodnoty obsahu cukru v moštu můžeme použít Baumého hustoměr (obr. 2).



Obr. 1: Klosterneuburský moštoměr

1. Podložka se stupnicí
2. Odklápěcí uzávěr
3. Šroub na nastavení nulové hodnoty
4. Zrcadlová komora
5. okulár

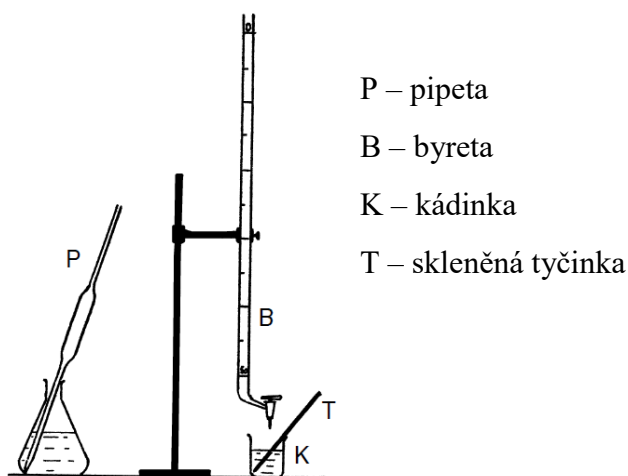


Obr. 2: Ruční refraktometr

Ruční refraktometr je přístroj, pomocí kterého měříme obsah cukru na principu změny světelných paprsků při průchodu z jednoho prostředí do druhého. Refraktometr je na jednom konci opatřen měřicím optickým hranolem s ploškou. Na tuto plošku se nanese malé množství moštu a rovnoměrně se rozetře. Poté pomocí přiklápěcího víčka uzavřeme. Na druhé straně refraktometru je otáčivý okulár. Při odečítání držíme refraktometr tak aby na něj dopadalo dostatečné množství světla. V zorném poli přístroje vidíme rozhraní mezi jasným a tmavým polem. Podle toho, kde se toto rozhraní nachází zjistíme obsah sušiny v moštu. Přepočtem refraktometrického stupně jsem schopni zjistit klosterneuburskou hodnotu. Tato konstanta má hodnotu 0,85.

6 Určování kyselosti moštu

K určení kyselosti moštu slouží proces nazývaný titrace. Při tomto procesu neutralizujeme kyseliny obsažené v moštu louhem známé koncentrace. Zjišťujeme moment rovnováhy mezi louhem a kyselinami, tento bod se nazývá neutralizační bod. Indikujeme jej pomocí chemického indikátoru, také známým jako lakmusové papírky. Při zjištění množství spotřebovaného louhu zjistíme obsah kyselin. Pomůcky pro provedení titrace jsou na obrázku (obr. 3).



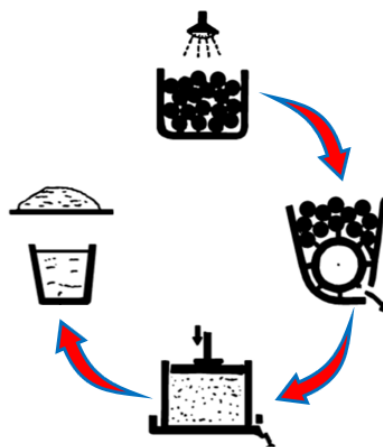
Obr. 3: Souprava pro určování kyselosti

7 Moštování

V období sklizně ovoce nastává krátkodobý přebytek ovoce⁷. Avšak jenom kvalitní ovoce je vhodné k dlouhodobému skladování. Při vhodných skladovacích podmínkách ovoce vydrží dlouhou dobu, ale může se i stát, že uskladněné ovoce napadne hniloba nebo jiné choroby, a z dobré úrody se může dochovat jen určitá část. Méně kvalitní ovoce je na delší skladování nevhodné. Proto je určeno k přímé spotřebě. Jednou formou přímé spotřeby je moštování, při kterém uchováme šťávu z daného ovoce. Získaná šťáva je stoprocentně přírodní, lahodná a zdraví prospěšná. V porovnání s různými džusy, které jsme schopni koupit v supermarketech, je mošt bez jakékoliv chemie. Pokud porovnáme zpracování měkkého a tvrdého ovoce, tak hlavní rozdíl je v tom, že tvrdé ovoce je třeba před lisováním rozdrtit. K tomuto se využívají drtiče, které můžou být s ručním pohonem (vhodné pro domácí použití), nebo s pohonem motorovým.

Základní technologický postup, jakým získáváme mošt z tvrdého ovoce je naznačen na obrázku (obr. 4). Tento proces můžeme rozdělit do čtyř fází.

- Třídění a mytí
- Drcení
- Lisování
- Sterilizace a skladování



Obr. 4: Základní technologický postup

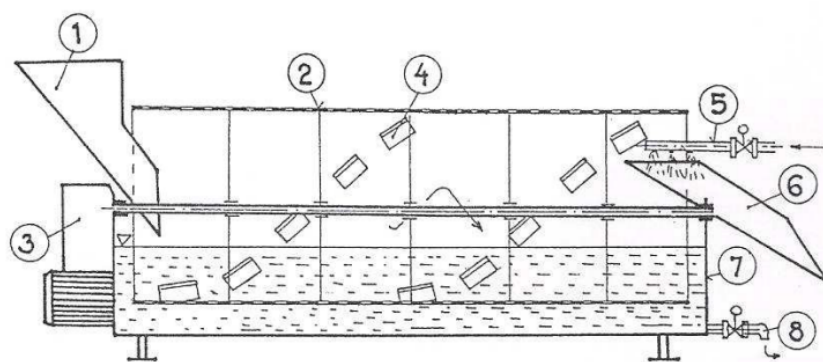
Ovoce určené k moštování je nejprve potřeba přetřídít, kde vyloučíme plody nahnilé nebo jinak poškozené, abychom neznehodnotili konečný mošt. Poté je třeba ovoce umýt, kde ovoce zbavíme povrchových nečistot. Vytříděné a umyté ovoce se rozdrť v drtiči, kde se naruší buněčná struktura dužiny a tím se uvolní potřebná šťáva. Ovocná drť se vloží do lisovacího zařízení, kde pod dostatečným tlakem se vylizuje šťáva. Tato šťáva se zachytí do nádoby, ve které dojde za pomoci tepla k sterilizaci. Sterilizovaná šťáva se následně plní do obalů vhodných ke skladování. Při tomto procesu vzniká vedlejší produkt, kterým je slisovaná ovocná drť.

7.1 Třídění ovoce

Ovoce určené k moštování se roztřídí a prohlédne. Pro přímou konzumaci můžeme ponechat jen velmi kvalitní a zdravé ovoce. Jablka na mošt by měla být dobře vyzrálá, vykazující správný poměr cukrů a kyselin. Pro moštování můžeme zpracovat jakékoliv odrůdy ovoce, nejvýhodnější však jsou menší až střední plody, které jsou šťavnaté. Abychom zajistili lepší aroma moštu, můžeme přidat množství zralé kdoule, maximálně však do 50 % hmotnostního podílu. Abychom upravili konečnou kyselost moštu, můžeme také přidat určité množství vyzrálých hrušek. Používáme jen ovoce, které není nahnilé, zavadlé, zaschlé nebo jinak poškozené. Není doporučeno vykrajování nahnilých částí, protože tím nejsme schopni zaručit to, že ovoce již nebylo vnitřně napadené.

7.2 Mytí ovoce

Mytí ovoce před moštováním má velký význam, protože výsledný mošt snadno absorbuje různé cizí příchutě a vůně, které se můžou vyskytovat na povrchu ovoce. Pro malosériovou výrobu, tudíž domácích moštárnách, je plně dostačující ovoce umýt v malých nádobách. Nejvhodnější je mít nádobu s otvory, do které se vloží ovoce, a proudem vody je ovoce omýváno. Při větším objemu zpracovaného ovoce je však vhodné použít bubnových praček (obr. 5). Je využíváno děrovaného bubnu, který se otáčí dvacetkrát až třicetkrát za minutu. Buben se otáčí ve vodní lázni anebo je na něj stříkán proud vody. Ovoce se čistí tím, že se tře o plášť bubnu. Vyprané ovoce je se z bubnové pračky vynášeno lopatkami na konci bubnu. Pro mytí ovoce je důležité, aby k tomu byla použita jenom pitná voda, nikdy voda užitková.

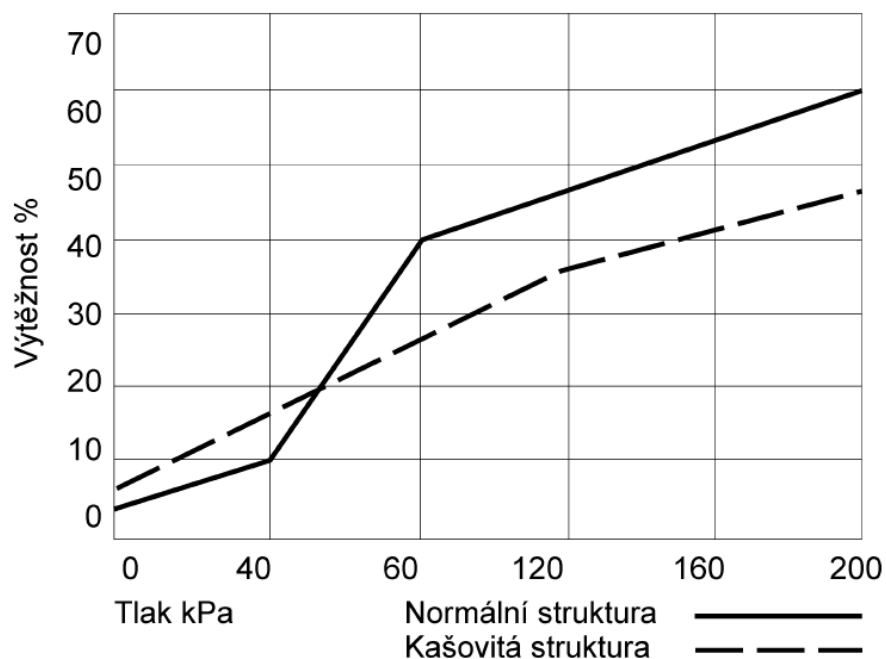


Obr. 5: Bubnová pračka (1. násypka, 2. otáčivý buben, 3. pohon, 4. lopatky, 5. sprcha, 6. výsypka, 7. vana, 8. odvod usazených nečistot)

7.3 Drcení ovoce

Jakmile ovoce důkladně omyjeme, můžeme přistoupit k procesu drcení. Drcením vlastně začíná samotný proces moštování. Při tomto procesu se snažíme co nejvhodněji rozrušit celistvost plodů, jejich pletiva a buněk, abychom získali co nejvíce šťávy. Na velikosti a struktuře ovocných částic je závislá samotná výtěžnost rozdrceného ovoce. Rozdrcené ovoce při lisování uvolňuje šťávu mnohem snadněji a rychleji. Ta rychleji odtéká z částic, které mají po rozdrcení větší plochu. Musíme si však dát pozor, aby výsledná drť nebyla příliš jemná až kašovitá, taková drť není vhodná. Pokud budeme mít drť příliš jemnou, tak při lisování se z ní může stát homogenní výlisek, který šťávu bude uvnitř zadržovat. Na obrázku (obr. 6) je graficky ukázáno jaké množství moštu jsme schopni z drtě získat v závislosti na lisovacím tlaku.

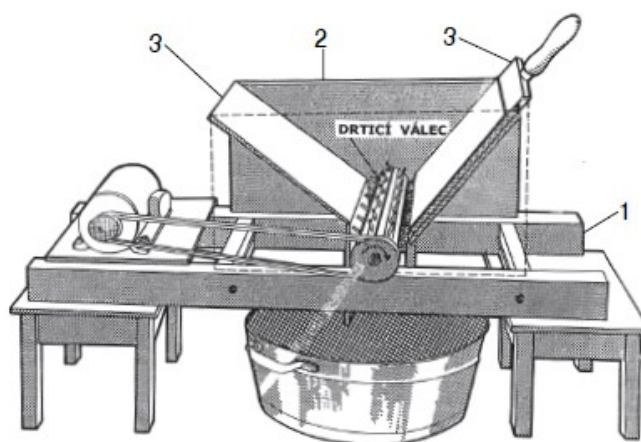
Drť z jablek a hrušek velice rychle podléhá oxidaci. Z tohoto důvodu je třeba zabránit zbytečným prodlevám mezi drcením a lisovacím procesem. Měli bychom rozdrtit vždy takové množství ovoce, které je dáno objemem lisu. To znamená zpracovávat ovoce postupně, v jednotlivých dávkách.



Obr. 6: Výtěžnost moštu z drtě

7.3.1 Drtič válcový

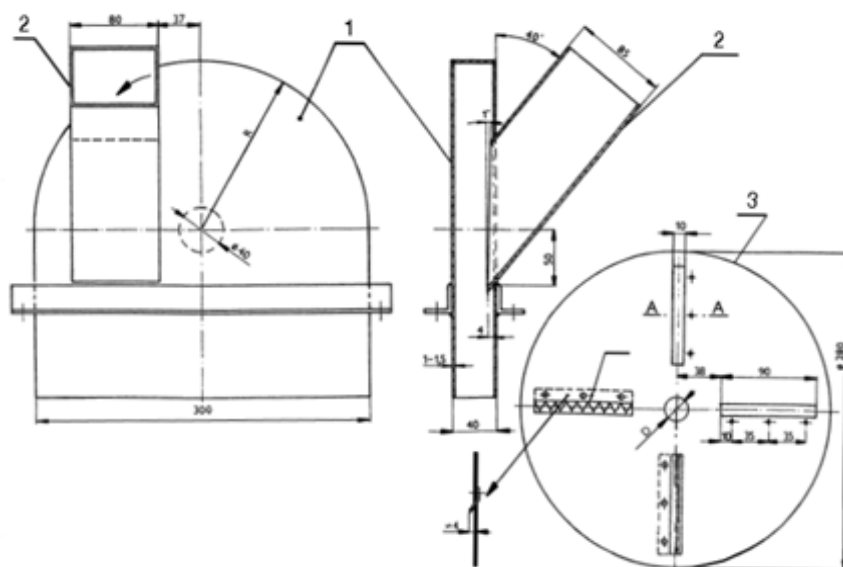
Mezi nejpoužívanější zařízení k drcení ovoce, které je využíváno pro domácí použití je válcový drtič. Jeho základní části můžeme vidět na obrázku níže (obr. 7). Na nosnou konstrukci jsou upevněny bočnice, mezi kterými jsou skluzové desky. Po těchto skluzových deskách ovoce klouže k drticímu válci. Pod tímto drticím válcem je uložena nádoba pro sběr rozdrceného ovoce.



Obr. 7: Válcový drtič (1. nosná konstrukce, 2. bočnice, 3. skluzové desky)

7.3.2 Drtič diskový

Pracovní část diskového drtiče je rotující deska, která je opatřena čtyřmi nebo šesti drtícími noži. Nože mohou být nahrazeny drtícími zuby, kde na desce jsou vyražené takzvané hroty. Diskový drtič se skládá ze skříně s násypkou a s výpadem drtě. Ve skříně je upevněn na hřídeli drtící kotouč. Používá se nerezového ocelového plechu o tloušťce 5 mm. Pokud k drcení používáme kotouč s vyraženými hroty, tak základní kotouč je z hliníku, na který je připevněn nerezový plech o tloušťce 1 mm. Otáčky rotující desky zajišťujeme samostatným elektromotorem, připojeným napřímo ke hřídeli kotouče. Na tomto drtiči můžeme drtit ovoce kontinuálně. Kde do násypky se sype umyté ovoce a výsledná drť se odebírá vespod drtiče do sběrné nádoby. Výkon toho drtiče může dosahovat až 300 kg ovoce za 1 hodinu. Musíme však brát zřetel jaký máme lisovací výkon, aby nedocházelo k velké časové prodlevě mezi lisováním a drcením. Schéma diskového drtiče můžeme vidět na obrázku níže (obr. 8).



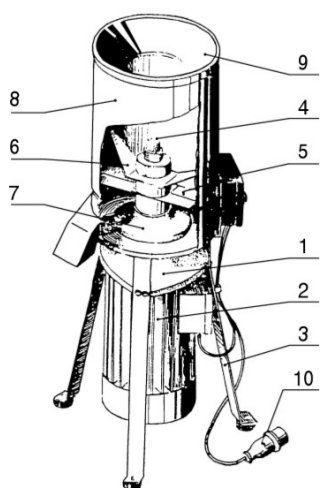
Obr. 8: Diskový drtič (1. skříň drtiče, 2. násypka, 3. drtící disk)

7.3.3 Drtič s rotujícím nožem

Drtiče s rotujícím nožem¹¹, takzvané mixérové drtiče, jsou poháněny samostatným elektromotorem. Tento drtič potřebuje vysoké otáčky, a proto je nutné mít dostatečný výkon elektromotoru. Po uvedení drtiče do chodu, a při ustálení otáček, můžeme sypat ovoce do násypky. Ovoce dopravované k rotujícímu noži by mělo být pomalé

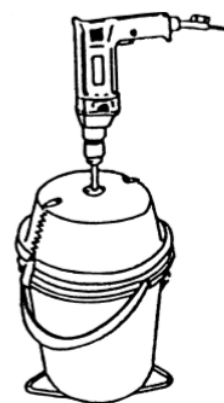
a kontinuální. Při rychlém a velkém objemu ovoce by mohlo hrozit zastavení rotujících nožů. Rozsekané ovoce vypadává ve spodní části do sběrné nádoby. Tento drtič je zobrazen na obrázku (obr. 9). Tímto drtičem zpracujeme až 800 kg ovoce za hodinu.

Na podobném principu pracuje takzvaný Hubálkův drtič (obr. 10). Toto zařízení je vhodné pro zpracování menšího objemu ovoce, tudíž pro domácí použití. Je to mixérový drtič, kde drtící přístroj je součástí plastové nádoby. Celé toto zařízení je vloženo do další nádoby. Na nádobu se umístí plastová miska opatřená nerezovým kruhem, který je přichycen nerezovými šrouby. Středící kruh slouží k zajištění správného usazení misky na nádobu. V misce a ve středícím kruhu jsou uložena ložiska pro hřídel. Hřídel je možno posouvat ve svislé ose nahoru a dolů. Hřídel je opatřena na její spodní straně sekacím dvoukřídlem z nerezové oceli. Pohon tohoto drtiče je obstarán pomocí ruční elektrické vrtačky. Jsme schopni zpracovat asi 80 kg ovoce za hodinu.



Obr. 9: Drtič s rotujícím nožem

1. těleso drtiče,
2. elektromotor,
3. podpěry
4. svislá hřídel nožů,
5. ploché nože,
6. vydutý nůž,
7. vyhazovač,
8. buben drtiče,
9. násypka,
10. elektrický přívod



Obr. 10: Hubálkův drtič

7.4 Lisování ovocné drtě

Během lisování ovocné drti musíme dodržet určitý důležitý postup:

- k lisování by mělo dojít bezprostředně po rozdrcení ovoce, aby nedošlo k oxidaci ovocné drtě.
- šťáva kterou vylisujeme by měla obsahovat co nejméně kalů.
- rychlost lisování přizpůsobit rychlosti odtoku vylisované šťávy
- nelisovat stálým tlakem → pomalu zvyšovat lisovací tlak a lisování několikrát přerušit
- lisovat pokud možno krátce, ale ne na úkor výtěžnosti

Je třeba si uvědomit, že kvalita a výtěžnost šťávy, nezávisí na rozměrech lisu. Závisí na měrném tlaku, který vyvíjíme na povrch lisované ovocné drti. Můžeme dosáhnout velmi podobných výsledku jak u malých šroubových lisů, tak i u velkých hydraulických lisů. Za optimální výtěžnost šťávy, při průměrné kvalitě zpracovaného tvrdého ovoce, můžeme považovat rozmezí 50 až 60 %. Zvýšením lisovacího tlaku můžeme dosáhnout vyšší výtěžnosti. To má však za následek, že výsledný mošt bude obsahovat vyšší procento dužinaté hmoty a barviva. U šroubových lisů jsme schopni vyvinout přítlačnou sílu okolo 1000 kp. Moštárny dokládají, že optimální výtěžnost dosáhneme mírným tlakem v rozmezí 220 až 280 kp. Vliv velikosti lisovacího tlaku na výtěžnosti je graficky znázorněno na obrázku (obr. 6).

Plochu přítlačné desky můžeme určit pomocí vzorce:

$$P = \frac{F_1}{F_2} = \frac{1000}{280} = 357,1 \text{ cm}^2 \cong 360 \text{ cm}^2$$

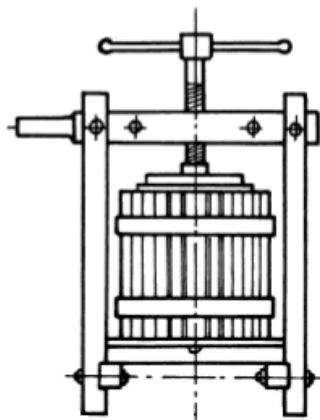
8 Hlavní požadavky na lisy

Výkon lisu určujeme podle toho, jakou velikost přitlačné síly chceme použít. Od tohoto výkonu se odvíjí samotná konstrukce lisu. U menších lisů, které jsou většinou šroubové, dají se snadno přenášet a jsou lehké, není potřeba kotvení. Větší lisy, poháněné hydraulickým válcem, se zpravidla konstruují jako stabilní stroje a je potřeba je ukotvit. Menších lisů se využívá hlavně pro domácí použití, můžeme je jednoduše přenášet a lépe se udržují. Rozhodující parametr, jestli je lis potřeba kotvit či nikoliv, je kroutící moment. U lisů, které mají obsah lisovacího koše 10 litrů, není zpravidla kotvení zapotřebí. Abychom zvýšili lisovací sílu u šroubových lisů, můžeme použít hydraulického válce (viz. kapitola základní typy lisů). Lisy pro velkovýrobu moštu jsou osazeny pevnou hydraulikou. U hydraulické soustavy snadno nastavím potřebný lisovací tlak. Ve spodní části lisu je sběrná nádoba na vylisovaný mošt, který do ní stéká samospádem. Před samotnou sběrnou nádobou je nutné, aby šťáva protékala filtrem, který zachytí možné větší nečistoty, které vzniknou při lisování.

8.1 Základní typy lisů

8.1.1 Stolní dřevěný lis

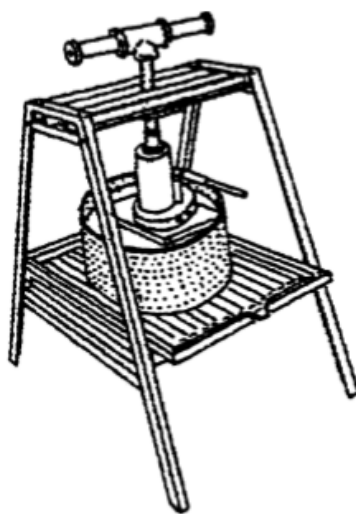
Toto zařízení se běžně používá na chatách⁸. Jedná se o malý šroubový lis, který je vybaven děrovaným košem s horním přitlakem lisovací desky (obr.11). V průběhu lisování se na přitlačnou desku pokládají dřevěné proklady, které vyrovnávají mezeru mezi přitlačnou deskou a šroubem. Ovocná drť se do lisovací nádoby vkládá v plachetce. Vylisovaná šťáva vytéká vespod do sběrné nádrže. Tento lis je vyroben z tvrdého dřeva, ostatní kovové díly jsou z nerezové oceli. Obsah koše bývá přibližně 10 litrů. Tímto lisem jsme schopni vyrobit 25 až 30 litrů moštu za hodinu.



Obr. 11: Stolní dřevěný lis

8.1.2 Šroubový lis s pomocnou hydraulikou

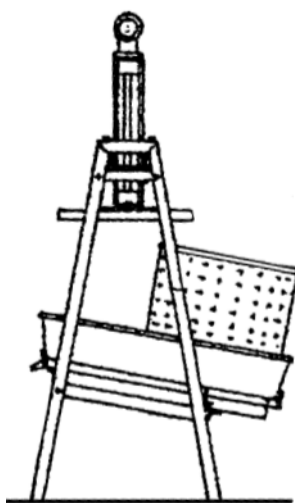
Konstrukce šroubového lisu je podobná jako u stolního dřevěného lisu. Tento lis je však o něco větší, kde objem lisovacího koše je až 30 litrů. Lis využívá malého hydraulického lisu, takzvané panenky, který je vložen mezi přítlačnou desku a šroubové vřeteno. Pomocí šroubového vřetena jen vymezíme vůli mezi vřetenem a přítlačnou deskou, která je v kontaktu lisovanou ovocnou drtí. Pomocí tohoto lisu jsme schopni vyvinout větší lisovací sílu a docílíme lepší výtěžnosti. Tímto lisem vyrobíme až 80 litrů moštu za hodinu (obr. 12).



Obr. 12: Šroubový lis s pomocnou hydraulikou

8.1.3 Šroubový lis s výklopnou podlážkou

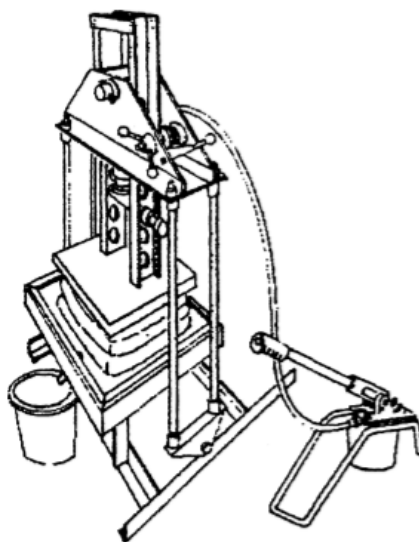
Tento lis má pevnou ocelovou konstrukci, lisovací koš je z nerezové oceli a přítlačná deska je pevně vedená (obr.13). Lisovací koš je děrovaný, aby mohla odtékat vylisovaná šťáva. Ovocná drť je vložena do plachetky, kvůli snadnějšímu zaplnění lisovacího koše. Výklopná podlážka slouží k pohodlnějšímu vyjmutí plachetky z lisu. K lisování ovocné drtě slouží šroubové vřeteno s vratidlem. Objem nerezového koše má přibližně 10 litrů a jsme schopni vylisovat až 40 litrů moštu za hodinu



Obr. 13: Šroubový výklopnou podlážkou

8.1.4 Hydraulický lis s výklopným mostem

Tento lis je již vhodný pro větší domácí moštárny. Lis je vybaven výklopným mostem, v jehož tělese je uložen hydraulický válec s výsuvnou pístnicí (obr.14). V průběhu lisovacího procesu tlačí pístnice na přestavitelný čep výsuvného sloupu, ten je pevně spojen s přitlačnou deskou. Zdroj tlakového oleje může být součástí lisu nebo jej můžeme umístit mimo lisovací zařízení. U tohoto lisu je možné lisovat několik vrstev ovocné drtě najednou. To znamená, že ovocná drť je vložena do plachetek, a jednotlivé plachetky jsou proloženy lisovací deskou. Vylisovaná šťáva je zachycena do nádrže umístěné ve spodní části lisu. Výkon lisu je přibližně 80 litrů za hodinu.



Obr. 14: Hydraulický lis s výklopným mostem

9 Údržba lisů

Aby lis byl dlouhou dobu v co nejlepší kondici, musíme jej po každém lisování vyčistit. Všechny části lisu propláchneme horkou vodou. Dřevěné části jako je koš a přítlačné desky vyčistíme kartáčem. Po opláchnutí necháme celé zařízení vysušit na vzduchu. Pokud využíváme při lisování plachetek, tak ty nejprve vymácháme v čisté vodě, pak je můžeme vyprat v pračce a necháme uschnout. Čistý a suchý lis je připraven pro další použití.

10 Výlisky – likvidace odpadu

Po lisovacím procesu zůstane v lisovacím koši nebo v plachetce ovocná drť, takzvané výlisky. Jablečné výlisky obsahují přibližně 30% sušiny. Pokud je obsah sušiny 35 % tak získáme přibližně 78 procent šťávy. To znamená že ze 100 kilogramů jablek získáme 78 litrů nebo 81 kilogramů šťávy. Výlisky můžeme buď sušit nebo je zkompostujeme. Výlisky však obsahují velké množství vitamínů, proto je mnohem vhodnější je dále zpracovat. Výlisky přelijeme převařenou vodou a přidáme malé množství kyseliny citrónové. Ponecháme 12 hodin vyluhovat a poté výlisky opět vylišujeme. Tímto získáme druhotný mošt, který zakonzervujeme cukrem v poměru 1:1.

11 Konzervace vylisované šťávy

Čerstvě vylisovaná ovocná šťáva podléhá kvašení přibližně za tři dny. Abychom tomuto zabránili a mohli mošt využívat po celý rok, tak jej musíme upravit. Abychom se vyhnuli ošetření moštu chemickou cestou, můžeme použít dva způsoby dodatečného zpracování moštu. Jedním z nich je čerstvý mošt zmrazit. Zmražený mošt po vyjmutí a roztátí je připraven k okamžitému pití. Musíme si však dát pozor abychom nezamrazovali příliš naplněné nádoby. Při nabývání objemu moštu v průběhu mrazení by mohly nádoby prasknout. Další nevýhodou je, že může být nedostatečná kapacita mrazáku. Druhým a vhodnějším způsobem sterilizace je tepelnou cestou. Kde daný mošt můžeme sterilizovat buď před anebo až po stáčení do lahví. Pokud sterilizujeme před stáčením, tak obvykle kontinuálně, kde mošt prochází systémem tepelných trubek, ve kterých dochází ke sterilizaci. Dalším způsobem je sterilizovat již naplněné láhve, které se vloží do horké vody o teplotě 80°C na 15 minut.

12 Praktická část

12.1 Výpočtová část drtiče

Pro návrh motoru drtiče jsem vycházel ze základních vzorců pro vrtání¹². Protože hlavní řezný pohyb koná nástroj (řezací nůž drtiče) a vedlejší posuvný pohyb koná materiál (jablko).

Řezná rychlost

$$v = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{1000} = \frac{\pi \cdot 375 \cdot 900}{1000} = 1060,28 \text{ m} \cdot \text{mm}^{-1}$$

Průřez třísky

Z geometrie řezného nože zjistím, že průřez třísky je obdélník s rozměry 4 x 100 mm. Na disku jsou uloženy 3 nože.

$$A = (a \cdot b) \cdot 3 = (110 \cdot 4) \cdot 3 = 1320 \text{ mm}^2$$

Potřebná síla k říznutí jablka

Tuto hodnotu jsem zjistil experimentální metodou. Použil jsem řezný břit daných rozměrů a za pomoci siloměru jsem rozkrojil jablko. Tento pokus jsem opakoval pětkrát a použil průměrnou hodnotu.

Číslo pokusu	Naměřená hodnota [N]
1.	75
2.	90
3.	70
4.	78
5.	83
Průměr	79,2

Tabulka 4: Potřebná síla k rozkrojení jablka

Průměrná hodnota je 79,2 N. Tuto hodnotu navýším o 25 % z důvodu bezpečnosti. Do dalších výpočtů budu uvažovat hodnotu potřebnou pro rozkrojení jablka na jednom břitu $F = 100 \text{ N}$.

Řezný výkon drtiče

$$P = \frac{3 \cdot F \cdot v}{2 \cdot 60 \cdot 10^3} = \frac{3 \cdot F \cdot 1060,28}{2 \cdot 60 \cdot 10^3} = 2,65 \cong 3 \text{ kW}$$

Návrh hřídele:

Krouticí moment:

$$M_k = \frac{P}{\omega_M} = \frac{P}{2 \cdot \pi \cdot \frac{n}{60}} = \frac{3000}{2 \cdot \pi \cdot \frac{900}{60}} = 31,8 \text{ Nm}$$

Návrh nejmenšího průměru hřídele²

$$\tau = \frac{M_k}{W_k} = \frac{M_k}{\frac{\pi \cdot d_{min}^3}{16}} \leq \tau_d$$

$$d_{min} \geq \sqrt[3]{\frac{16 \cdot M_k}{\pi \cdot \tau_d}} = \sqrt[3]{\frac{16 \cdot 31800}{\pi \cdot 20}} = 20,08$$

τ_d volím 20 MPa, které se volí z rozmezí 15 – 25

Ze standardní řady průměrů hřídelí elektromotrů volím průměr hřídele 24 mm.

Volba pohonu drtiče:

Po zjištění vstupních požadavků na elektromotor drtiče¹⁴: otáčky, výkon motoru, krouticí moment volím motor výrobce Siemens typu 1TZ 9001 132 S-6

Výrobce	Siemes
Typ	1TZ 9001 132 S-6
Výkon [kW]	3
Otáčky [900]	900
Příruba	B5
Napětí [V]	230/400
Frekvence [Hz]	50
Počet pólů	6
Cena [Kč]	9 899

Tabulka 5: Motor drtiče

12.2 Kontrola axiálního ložiska

Kvůli zástavbového prostoru jsem musel použít ložisko o vnitřním průměru 170 mm. Zvolil jsem si ložisko od firmy NTN corporation. Z tabulky (obr. 15) vyčteme statické zatížení ložiska $C_{0a}=510$ kN.

Statická únosnost ložiska se vypočte ze vztahu¹³:

$$C_{0a} = s_0 \cdot P_{0a} \rightarrow s_0 = \frac{C_{0a}}{P_{0a}} = \frac{510\,000}{2\,727,18} = 187$$

$P_{0a} \rightarrow$ zváženo z modelu + hmotnost drtě 100 kg v každé nádobě (obr. 16)

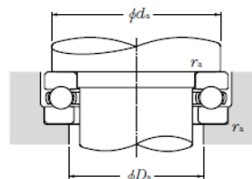
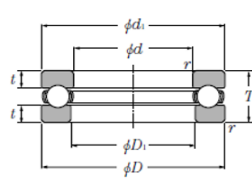
$$m_A = m_B = 39 \text{ kg}$$

$$m = m_A + m_B + 100 + 100 = 278 \text{ kg}$$

$$G = P_{0a} = m \cdot g = 278 \cdot 9,81 = 2\,727,18 \text{ N}$$

● Single Direction Thrust Ball Bearings

NTN

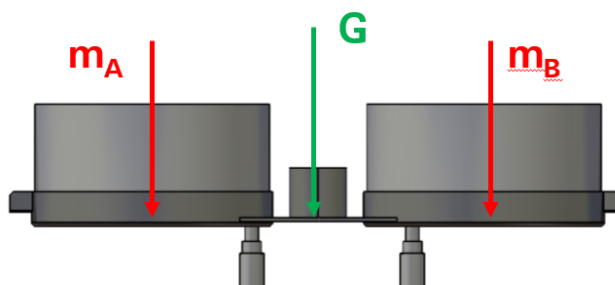


Equivalent bearing load
dynamic
 $P_d = F_d$
static
 $P_{0d} = F_d$

d 100 ~ 200mm

Boundary dimensions				Basic load ratings				Limiting speeds		Bearing numbers	Dimensions			Abutment and fillet dimensions			Mass		
mm				dynamic	static	dynamic	static				mm			mm			kg		
				kN		kgf		min ⁻¹											
d	D	T	r _{1s} min ⁽¹⁾	C _d	C _{0n}	C _s	C _{0n}	grease	oil				d _{1s} max ⁽²⁾	D _{1s} min ⁽³⁾	t	d _a min	D _a max	r _{2n} max	(approx.)
170	215	34	1.1	134	510	13 700	52 000	1 100	1 600	* 51134	213	172	10.5	197	188	1	2.77		
	240	55	1.5	261	835	26 600	85 000	810	1 200	* 51234	237	173	17.3	212	198	1.5	7.81		
	280	87	3	465	1 570	47 000	160 000	590	840	* 51334	275	174	27	235	215	2.5	21.6		

Obr. 15: Axiální ložisko



Obr. 16: Působící síly na ložisko

12.3 Návrh hydraulického obvodu

Součástí lisovacího zařízení je hydraulický obvod složený z hydraulického válce, hydraulického čerpadla a motoru pro hydraulické čerpadlo, samozřejmě jednotlivý spojovací materiál. Pro potřeby diplomové práce byl výpočet zjednodušen.

12.3.1 Potřebný tlak v hydraulickém obvodu

Vstupní podmínkou pro návrh hydraulického obvodu je lisovací tlak, který musím vyvinout na ovoce 280 kPa (p_2). Abych zjistil jak velký a silný hydraulický válec musím použít vyjdu ze stavové rovnice. Pro návrh obvodu jsem použil hydraulický válec s poloměrem pístu 0,05 m a zdvihem 0,45 m od firmy Rexroth.

Kódové označení hydraulického válce³:

CDT3ME6/100/56/450Z3X/R11HDDMWWWWW

$$p_1 \cdot S_1 = p_2 \cdot S_2$$

$$p_1 = \frac{p_2 \cdot S_2}{S_1} = \frac{280000 \cdot 0,3848448}{0,007854} = \mathbf{13\,719\,957,2\,Pa \cong 13,7\,MPa}$$

$$S_1 = \pi \cdot r_1^2 = \pi \cdot 0,05^2 = \mathbf{0,007854\,m^2}$$

$$S_2 = \pi \cdot r_2^2 = \pi \cdot 0,35^2 = \mathbf{0,3848448\,m^2}$$

Z výpočtu vyplývá, že musím použít tlak v hydraulického obvodu minimálně 16 MPa. Toto navýšení je z důvodu ztrát vzniklých v hydraulickém obvodu a s přihlédnutím opotřebení součástek v průběhu životnosti.

12.3.2 Kontrola pístnice na vzpěr

Po vybrání válce musím zjistit, jestli pístnice vydrží požadované zatížení. V mém případě budu kontrolovat pístnici s průměrem 0,056 m. Podle způsobu uchycení hydraulického válce (obr. 17) zjistím redukovanou délku pístnice. V mém případě budu počítat s redukovanou délkou, která se rovná dvojnásobku délky pístnice. Dále budu zjišťovat štíhlost pístnice, za pomoci které zjistím, jakým způsobem budu zatížení počítat.

$$\lambda = \frac{l_0}{i}$$

$$l_0 = 2 \cdot l = 2 \cdot 450 = \mathbf{900 \text{ mm}}$$

$$J = \frac{\pi \cdot d_{p1}^4}{64} = \frac{\pi \cdot 56^4}{64} = \mathbf{7723988,5 \text{ mm}^4}$$

$$S = \frac{\pi \cdot d_{p1}^2}{4} = \frac{\pi \cdot 56^2}{4} = \mathbf{2463 \text{ mm}^2}$$

$$i = \sqrt{\frac{J}{S}} = \sqrt{\frac{7723988,5}{2463}} = \mathbf{56 \text{ mm}}$$

$$\lambda = \frac{l_0}{i} = \frac{900}{56} = \mathbf{16,07}$$

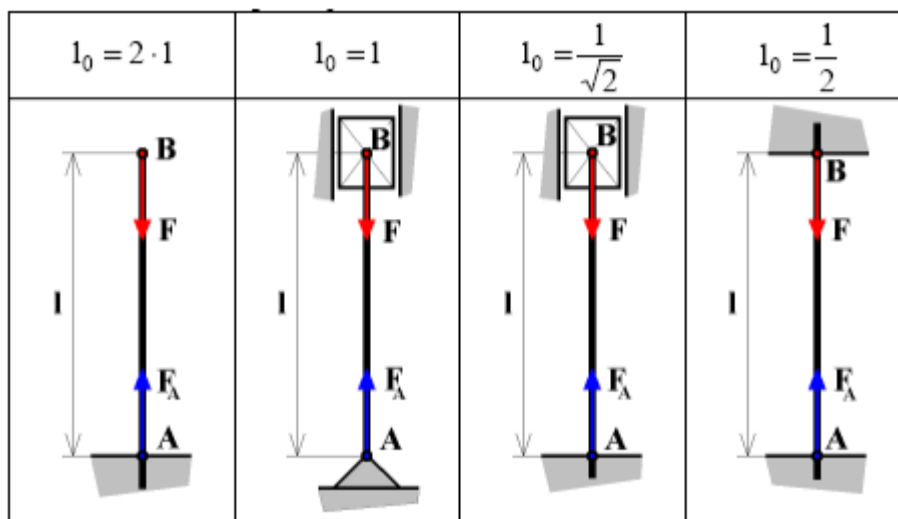
Protože mi vyšla hodnota $\lambda \leq 40$ budu kontrolovat pístnici na prostý tlak.

$$\sigma_{MAX} = \frac{F_{MAX}}{S_3} = \frac{110\,000}{0,002463} = \mathbf{44660982,5 \text{ Pa} \cong 44,7 \text{ MPa}}$$

$$\sigma_{MAX} = 150 - 230 \text{ MPa} \rightarrow \text{pro pístnici z materiálu 11 600}$$

$$\sigma_{MAX} < \sigma_{DOV} \rightarrow \mathbf{150 < 44,7}$$

Vypočtené napětí je menší, než dovolené napětí proto můžu říct, že daný válec vyhovuje z hlediska vzpěru.



Obr. 17: Způsob uložení hydraulického válce¹⁵

12.3.3 Návrh hydraulického čerpadla

Pro předběžný návrh jsem zvolil rychlost zvedání hydraulického válce na hodnotu 1,5 cm za 1 s. To znamená, že pro zvednutí válce musím zaručit průtok 117,8 cm³/s. Z katalogu firmy Rexroth jsem vybral zubové čerpadlo s objemem 5,5 ccm (obr. 18). U tohoto čerpadla je zaručený průtok při 1500 ot/min 137,5 cm³/s.

Potřebný objem oleje pro zvednutí válce o 1,5 cm.

$$V = \pi \cdot r^2 \cdot v = \pi \cdot 5^2 \cdot 1,5 = 117,8 \text{ cm}^3$$

Průtok oleje za 1 sekundu podle katalogu s otáčkami motoru 1500 ot/min

$$8,25 \text{ l/min} = 8,25 \text{ dm}^3/\text{min} = 0,1375 \text{ dm}^3/\text{s} = 137,5 \text{ cm}^3/\text{s}$$

Zubové čerpadlo Rexroth GR2, 5,5 ccm, pravotočivé

Doprava zdarma

Katalog. kód 91731



Najetím myši zvětšíte obrázek

Zubové čerpadlo Rexroth GR2, 5.5 ccm hydraulické zubové čerpadlo od firmy R vynikajícím poměrem ceny a kvality, kde Tento výrobek patří do řady standardní informací »

skladem u dodavatele
Kdy zboží dostanu?

4 883 Kč
včetně PHF a DPH
4 036 Kč bez DPH

Do košíku 1

rexroth
A Bosch Company

Kategorie:	GR 2
Obsah:	5,5
Max. tlak (bar):	230
průtok při 1500 ot/min:	8,25 l
otáčky max. - ot/min:	3500
Směr rotace:	vpravo
Rozměr A:	42,8 mm
Rozměr B:	87,9 mm
Rozměr C:	13,5 mm
Rozměr D:	30,2 mm
Poznámka:	obrázky pouze informativního charakteru

Obr. 18: Zubové čerpadlo firmy Rexroth

Výpočet skutečné rychlosti zvedání pístu:

$$V_{\text{kat}} = 137,5 \text{ cm}^3/\text{s}$$

Katalogová hodnota průtoku čerpadla je 137,5 cm³/s při 1500 ot/min. Já jsem zvolil motor, který má 1415 ot/min (obr. 19). Pro skutečný průtok oleje čerpadla při 1415 ot/min je objem $V_{\text{skut}} = 129,7 \text{ cm}^3/\text{s}$

$$V_{\text{skut}} = \pi \cdot r^2 \cdot v \rightarrow v = \frac{V_{\text{skut}}}{\pi \cdot r^2} = \frac{129,7}{\pi \cdot 5^2} = 1,65 \text{ cm}$$

Skutečná rychlost zvedání válce bude 1,65 cm za 1 s.

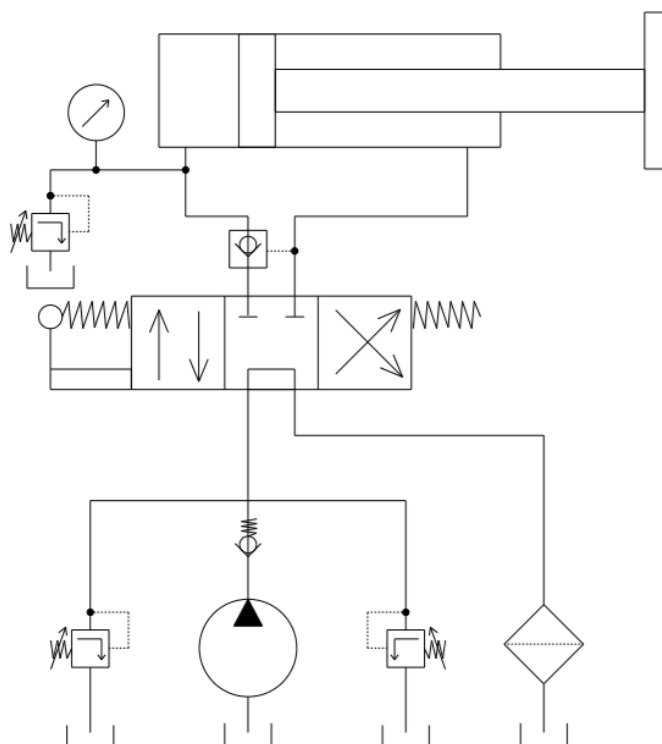
12.3.4 Návrh motoru pro zubové čerpadlo

Pro zubové čerpadlo jsem zvolil motor od firmy Siemens. Tento motor má otáčky 1415 ot/min.

Jmen. výkon	Velikost	Objednací číslo	Otáčky	Parametry při jmenovitém výkonu				Poměrný záběrný moment	Poměrný záběrný proud	Poměrný moment zvratu	Momentová třída	Momentová charakteristika Diagram č.	Moment setrvačnosti	Hmotnost	
				Označení pro napětí a tvar viz tabulka níže	Účinnost η 100% 75%	Účinník $\cos \phi$	Jmenovitý proud při 400 V								Jmenovitý moment
4-pól, 1500 min ⁻¹ , 50Hz															
kW			min ⁻¹	%	%	A	N m	-	-	-	KL	(str. 16)	kg m ²	kg	
0,12	63	1LA7 060-4AB..	1350	55	54	0,75	0,42	0,84	1,9	2,8	2,0	13	12	0,0003	3,5
0,18	63	1LA7 063-4AB..	1350	60	60	0,77	0,56	1,3	1,9	3,0	1,9	13	12	0,0004	4,1
0,25	71	1LA7 070-4AB..	1350	60	60	0,79	0,76	1,8	1,9	3,0	1,9	13	12	0,0006	4,8
0,37	71	1LA7 073-4AB..	1370	65	65	0,80	1,03	2,5	1,9	3,3	2,1	13	12	0,0008	6,0
0,55	80	1LA7 080-4AA..	1395	67	67	0,82	1,45	3,7	2,2	3,9	2,2	16	3	0,0015	8,0
0,75	80	1LA7 083-4AA..	1395	72	72	0,81	1,88	5,1	2,3	4,2	2,3	16	3	0,0018	9,4
1,1	90S	1LA7 090-4AA..	1415	77	77	0,81	2,55	7,4	2,3	4,6	2,4	16	2	0,0028	12,3
1,5	90L	1LA7 090-4AA..	1420	73	73	0,81	3,4	10,1	2,4	5,3	2,5	16	3	0,0033	13,6
2,2	100L	1LA7 106-4AA..	1420	82	82,5	0,82	4,7	14,8	2,5	5,6	2,8	16	3	0,0048	21,5
3	100L	1LA7 107-4AA..	1420	83	83,5	0,82	6,4	20,2	2,7	5,6	3,0	16	3	0,0058	24,5
4	112M	1LA7 113-4AA..	1440	85	85,5	0,83	8,2	26,5	2,7	6	3,0	16	2	0,011	31,0
5,5	132S	1LA7 130-4AA..	1455	86	86	0,81	11,4	36,1	2,5	6,3	3,1	16	3	0,018	42,5
7,5	132M	1LA7 133-4AA..	1455	87	87,5	0,82	15,2	49,2	2,7	6,7	3,2	16	3	0,024	49,0
11	160M	1LA7 163-4AA..	1460	88,5	89	0,84	21,5	72	2,2	6,2	2,7	16	3	0,040	68,0
15	160L	1LA7 166-4AA..	1460	90	90,2	0,84	28,5	98,1	2,6	6,5	3,0	16	3	0,052	93,5

Obr. 19: Motor pro zubové čerpadlo

12.3.5 Schéma zapojení hydraulického obvodu



Obr. 20: Schéma hydraulického obvodu

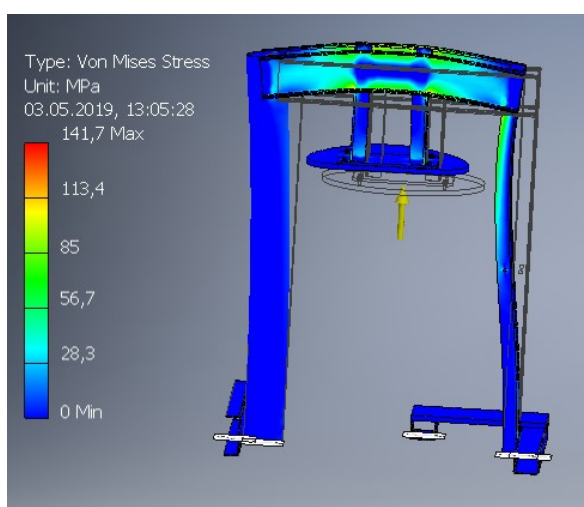
12.4 MKP lisu

U lisovacího zařízení jsem provedl MKP analýzu (obr. 21), abych zjistil, zda navrhnutá svařovaná konstrukce vydrží dané zatížení. Na ocelovou konstrukci jsem vyvinul sílu ve směru lisování 110 000 N. Tuto analýzu jsem provedl v programu Inventor, kde jsem nahrál vytvořený model z CatieV5. Přiřadil správné materiály, vytvořil vazby mezi díly a spustil analýzu. Analýza mi ukázala posunutí ve všech třech osách.

Operating conditions

Force:1

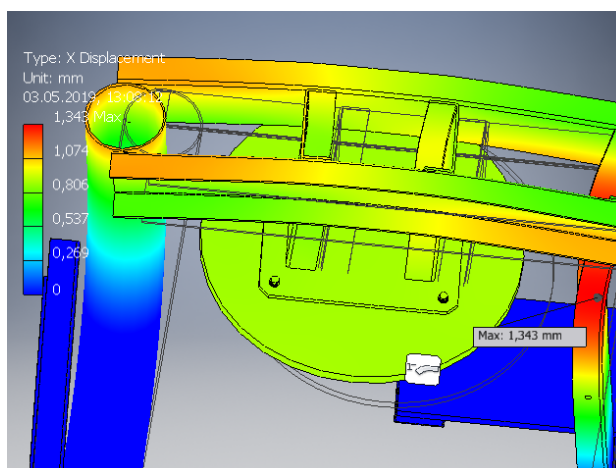
Load Type	Force
Magnitude	110000,000 N
Vector X	0,000 N
Vector Y	0,000 N
Vector Z	110000,000 N



Obr. 21: Zatížení konstrukce lisu

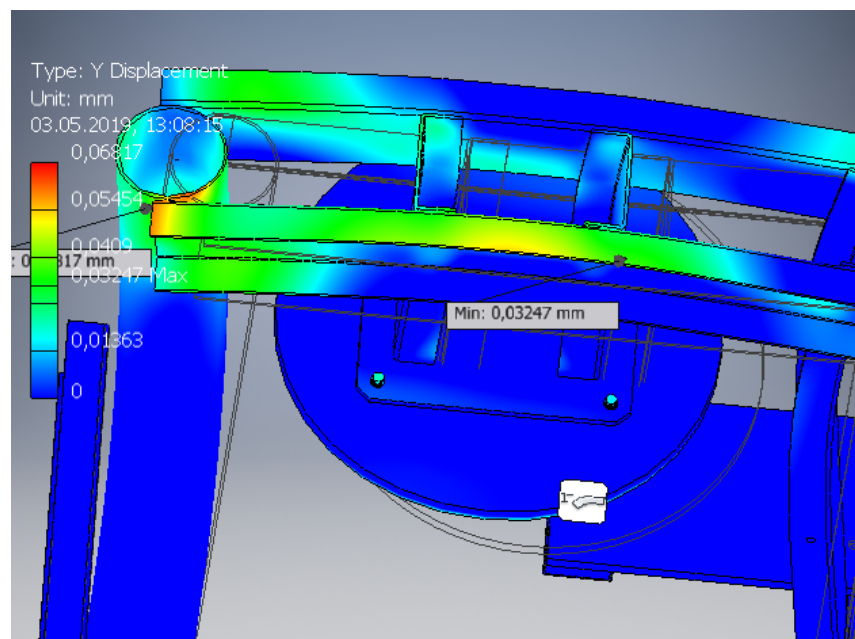
Hodnota posunutí v ose X:

Nejšlabší místo konstrukce se ukázalo na stojně ve tvaru U. Tam byla hodnota posunutí 1,343 mm (obr. 22). V rámci pružných deformací není tato hodnota nijak kritická. Proto mohu konstatovat, že konstrukce vydrží dané zatížení.



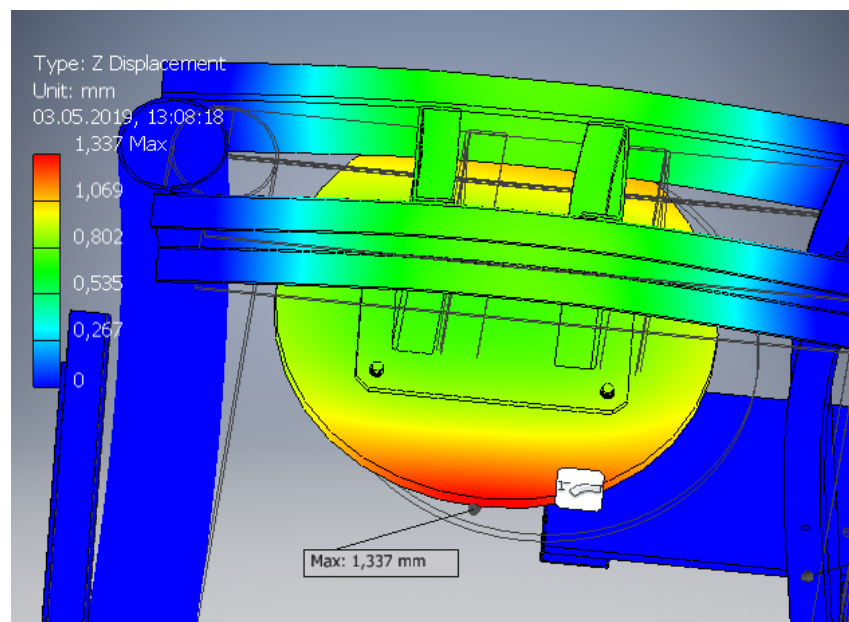
Obr. 22: Hodnota posunutí ve směru osy X

Hodnota posunutí v ose Y:



Obr. 23: Hodnota posunutí ve směru osy Y

Hodnota posunutí v ose Z:



Obr. 24: Hodnota posunutí ve směru osy Z

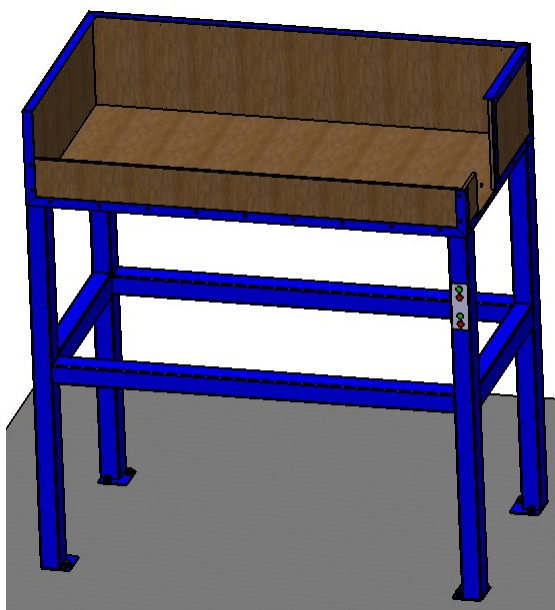
12.5 Konstrukce

Celkovou sestavu jsem rozdělil na 4 hlavní části:

1. Násypka pro ovoce
2. Drtící zařízení
3. Šnekový dopravník
4. Lisovací zařízení

12.5.1 Násypka pro ovoce

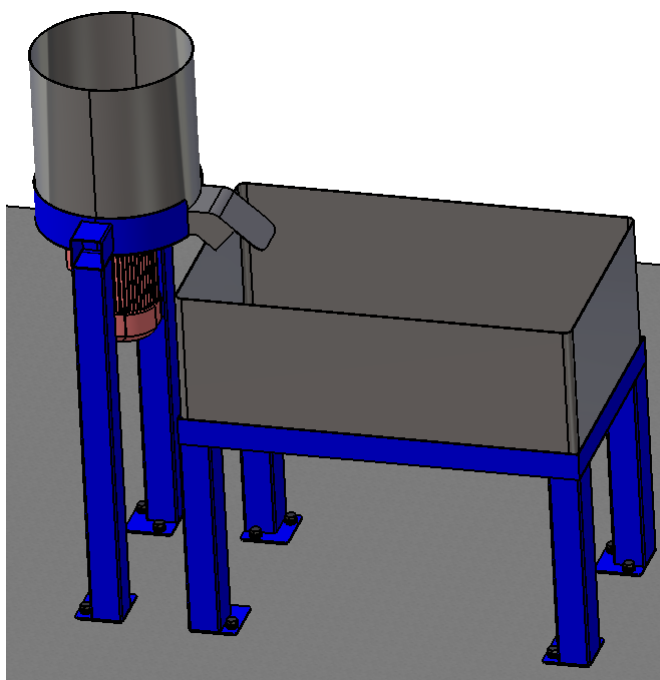
Tato sestava se skládá ze svařeného rámu, na kterém ve výšce přibližně 180 cm se vyklápí ovoce. Konstrukce je svařená z ocelových profilů velikostí 80x100x3. Horní díl je svařenec z L profilů, na kterých jsou pomocí vrutů do dřeva přišroubovány OSB desky tloušťky 15 mm (obr. 25). Na svařené konstrukci je instalováno zařízení pro ovládání drtícího zařízení a šnekového dopravníku. Celá sestava je za pomoci šroubů a chemických kotev přišroubovaná k betonové podlaze.



Obr. 25: Násypka pro ovoce

12.5.2 Drtící zařízení

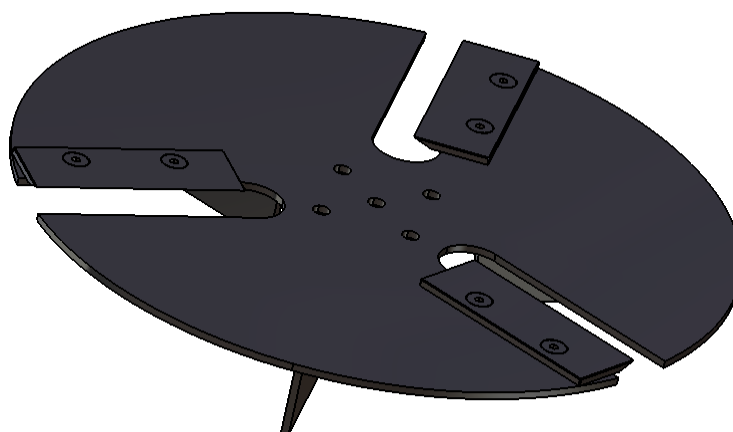
Drtící zařízení je složeno z válce z nerezové oceli, do kterého z násypky padá ovoce (obr. 26). Válec je na straně opatřen výpustí také z nerezové oceli. Jedná se o svařenec a tím vzniká kompaktní sestava. Ovoce je drceno rotujícím kotoučem který je osazen třemi ostrími. Rozdrcené ovoce padá do sběrné nerezové vany. Pohon je obstarán elektromotorem, který je nadimenzován pro plynulý chod bez zastavení. Válec s motorem je upevněn na svařenou konstrukci, která je opět přišroubována k betonové podlaze. Abych omezil vibrace drtícího zařízení spojil jsem konstrukci s konstrukcí násypky a konstrukcí nerezové vany. Sběrná vana pojme 250 kilogramů nadrceného ovoce. Tato drť poté padá dnem nádoby do šnekového dopravníku.



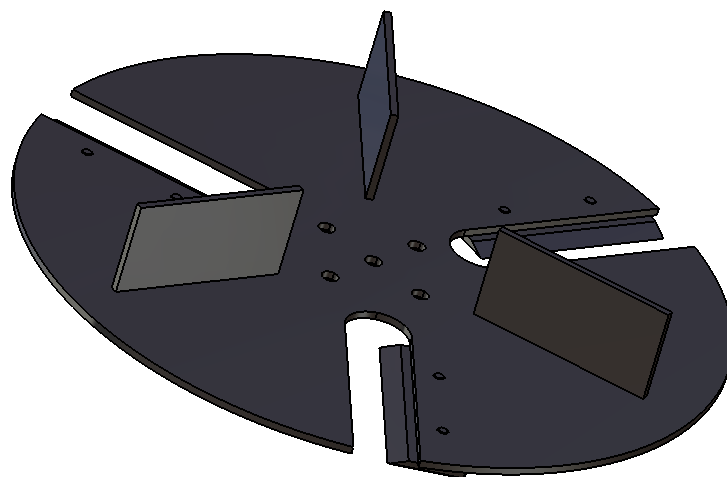
Obr. 26: Sestava drtícího zařízení

Řezný kotouč:

Je tvořen diskem z nerezové oceli, který je opatřen třemi břity (obr. 27). Uvažoval jsem postupné otupování jednotlivých břitů. Proto jsem bral v úvahu jejich výměnu. Břity jsou přišroubovány na disk pomocí dvou šroubů velikosti M6. Řezný kotouč je opatřen na spodní části lopatkami, která mají za úkol vymetat drť z válce do sběrné vany (obr. 28).



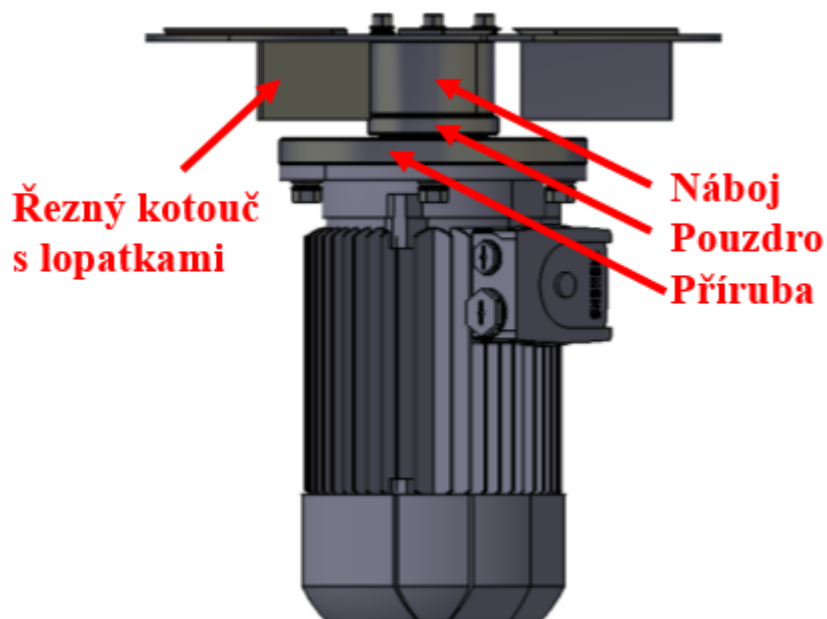
Obr. 27: Pohled shora na řezný kotouč



Obr. 28: Pohled zdola na řezný kotouč, vymetací lopatky

Spojení elektromotru s řezným kotoučem

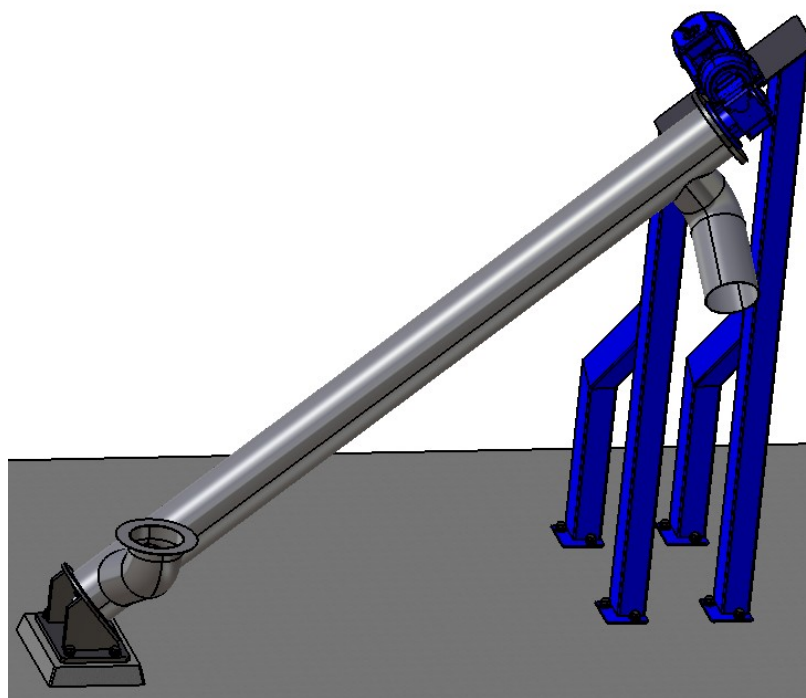
Elektromotor je spojen přírubou ke spodní části válce pomocí šroubů M10 (obr. 29). V přírubě motoru je zalisováno pouzdro, ve kterém je těsnící gufero. Do pouzdra je vsazen náboj, který je přes pero zalisován na hřídel elektromotru. Na náboj je poté přišroubovaný řezný kotouč se třemi břity pomocí šroubů M8.



Obr. 29: Spojení elektromotoru s řezným kotoučem

12.5.3 Šnekový dopravník

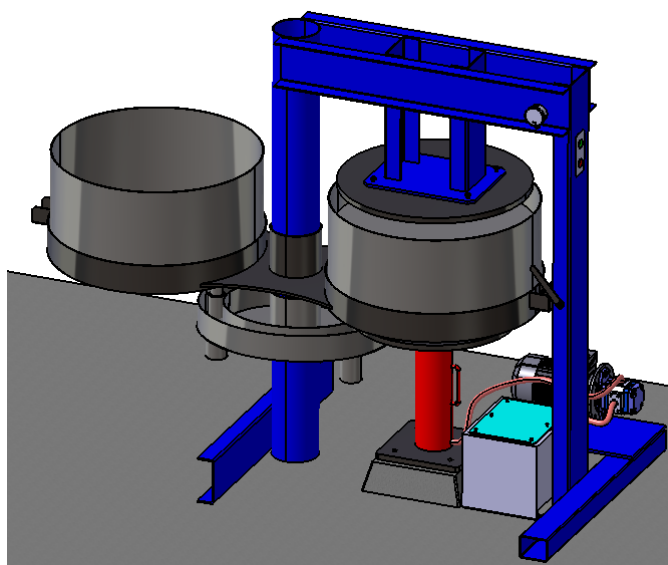
Tento konstrukční prvek jsem celý poptal u firmy Taurus¹⁷ (obr. 30), která se zabývá mimo jiné šnekovými dopravníky. U tohoto dopravníku pro mě byl jako hlavní parametr dopravovaný výkon. Proto jsem zvolil šnekový dopravník, který dopraví 11 m³ materiálu za hodinu. To znamená, že pro moji potřebu, naplnění lisovací nádoby 100 kilogramy ovocné drtě zabere 32 vteřin. Šnekový dopravník je uložen pod úhlem 40°, vykonává 150 otáček za minutu. Jeho spodní část je připevněna k betonové podlaze. Horní část je připevněna k motoru s převodovkou, který je připevněn k železné svařované konstrukci. Společnost Taurus tento dopravník osazuje převodovkou TOS Znojmo typu MRT70. Společností Taurus byl doporučen elektromotor o výkonu 1,5 kW od firmy Siemens a otáčkám 1500 ot/min. Materiál je dopravován ze dna sběrné nádoby na drť přímo do lisovací nádoby, kde je následně vylisován mošt. Celá tato sestava šnekového dopravníku od Firmy Taurus byla oceněna na 65 000Kč.



Obr. 30: Šnekový dopravník firmy Taurus

12.5.4 Lisovací zařízení

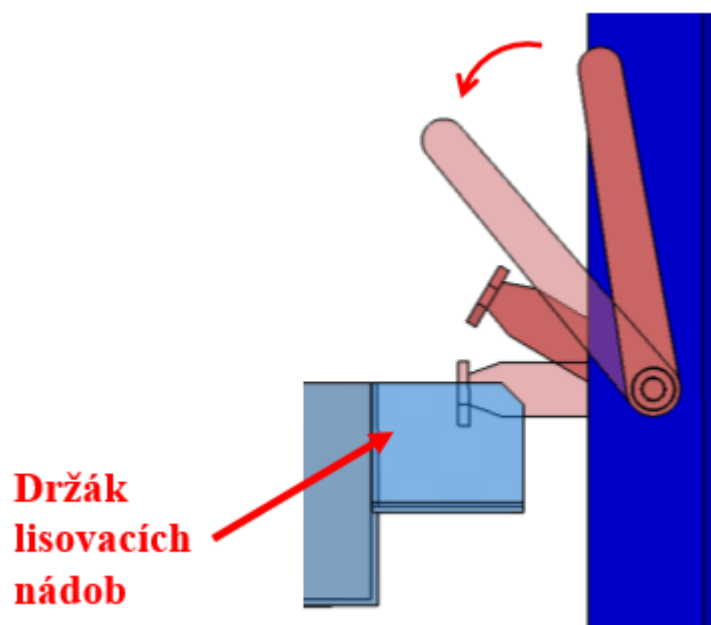
Základ lisovacího zařízení tvoří ocelový svařovaný rám (obr. 31). Je opatřen dvěma lisovacími nádobami, kde do jedné lisovací nádoby dopravuji drť šnekovým dopravníkem a ve druhé lisovací nádobě lisuji ovocný mošt. Lisovací sílu vytvářím hydraulickým válcem, který má zdvih 45 cm. Hydraulický válec je součástí hydraulického obvodu složeného z: hydraulického zubového čerpadla od společnosti Rexroth s objemovým průtokem 5,5 ccm, olejové nádrže od společnosti Kardanka o objemu 20 litrů, pohonu čerpadla elektromotorem značky Siemens o výkonu 1,1 kW. Obě lisovací nádoby jsou položeny na železné konstrukci, která je uložena na axiálním ložisku, aby bylo možné jednoduše otáčet konstrukcí. Axiální ložisko bylo zkontrolováno zdali zatížení vydrží ve výpočtech výše. Abych zaručil správnou polohu pro plnění nádoby drtí ze šnekového dopravníku a zároveň správnou polohu pro lisování, je zařízení opatřeno jednoduchým aretovacím systémem (obr. 32). Na ocelové svařované konstrukci je připevněno ovládání hydraulického lisu. Také bylo třeba sestavu osadit o barometr, abych si byl jistý při jakém tlaku lisuju. Vylisovaný mošt stéká do sběrné mísy, přes takzvaný teleskopický díl (obr. 33). Ten je tam aby vylisovaný mošt stékal přímo do sběrné mísy a nekapal z výšky. Ze sběrné mísy se mošt stáčí k dalšímu zpracování, v mém případě k pasterizaci, aby výsledný produkt vydržel co možná nejdelší dobu. Hydraulický válec má výtlak 15 tun, tato síla je plně dostačující jak již bylo vypočítáno dříve, kde byla zjištěna potřebná lisovací síla 11 tun. Ocelová svařovaná konstrukce je přišroubovaná k betonové podlaze.



Obr. 31: Lisovací zařízení

Jednoduchý aretovací systém:

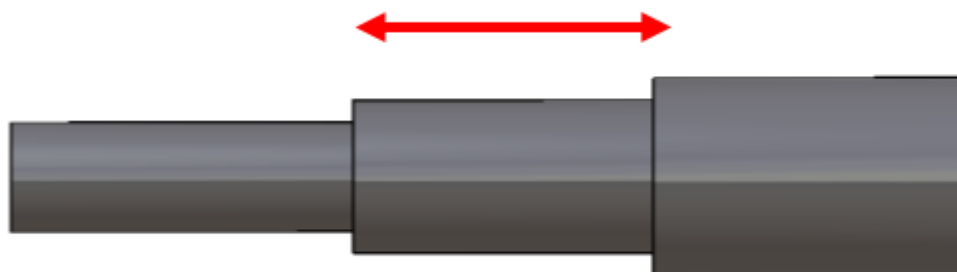
Tento aretovací systém je uložený na svislém sloupu svařené konstrukce. Je vsazen mezi Uprofil. Axiální poloha je vymezena dvěma pojistnými kroužky. Ovládací madlo je přišroubováno k ose pomocí šroubu a podložky.



Obr. 32: Aretovací systém

Teleskopický díl:

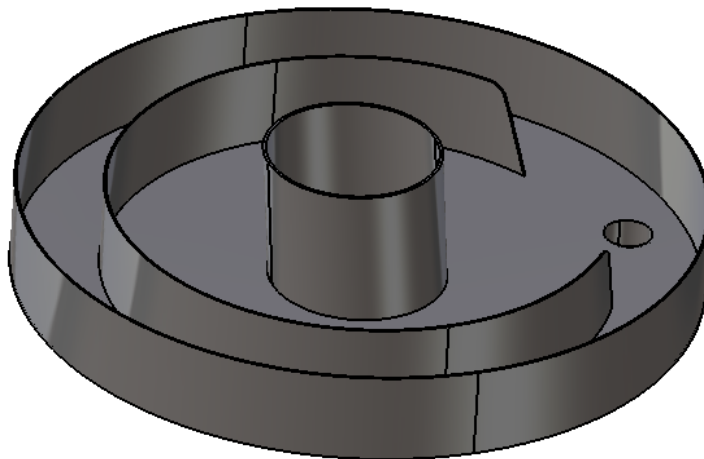
Teleskopický díl je přišroubovaný pomocí závitu M40 k lisovací nádobě. Při lisovacím procesu, kdy lisovací nádoba se zvedá za pomoci hydraulického válce, se teleskop prodlužuje. Tím zaručuje stálý kontakt lisovací nádoby se sběrnou mísou. Všechny most se dostává do sběrné mísy. Zdvih teleskopu se pohybuje od 0 do 30 cm.



Obr. 33: Teleskopický díl

Sběrná mísa:

Jedná se o svařenec z nerezové oceli (obr. 34). Je osazena mezikružím, které slouží pro vedení teleskopického dílu. Vnitřní válec je nasazen na ocelové konstrukci lisu a přínýtovaný do požadované polohy. Sběrná mísa je uložena pod úhlem 10° , abych zaručil výtok moštu na požadované straně. Ze sběrné mísy se mošt stáčí do záchytných nádob, které dále pokračují do pasterizačního stroje. Díky pasterizaci se prodlužuje životnost moštu.



Obr. 34: Sběrná mísa

Držák lisovacích nádob:

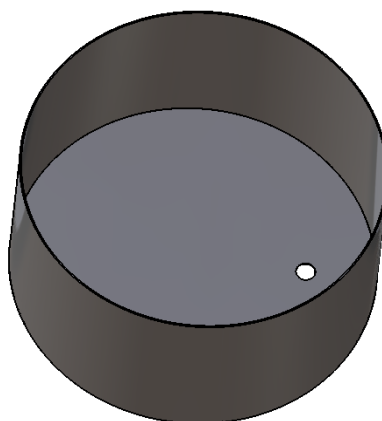
Jedná se o svařovaný díl z oceli (obr. 35). Celá konstrukce je nasazena na svařované konstrukci lisovacího zařízení. Je uložena na axiálním ložisku, pro snadné otáčení lisovacích nádob z polohy kde se naplňuje drtí do polohy k lisování. Správnou polohu lisovacích nádob zaručím aretovacím systémem uloženým na svařovaném rámu lisu.



Obr. 35: Držák lisovacích nádob

Lisovací nádoby:

Jedná se o válec z nerezové oceli (obr. 36). Objem lisovacích nádob je 150 litrů. Pro správné moštování je třeba lisovací nádoby naplnit 100 litry ovocné drtě. Z takového množství jsme schopni získat až 82 litrů moštu. Nadrceným ovocem naplním plachetku, která se před každým plněním vloží do lisovací nádoby. Je to textilie, která má za úkol zachytit drť a další nečistoty, který by se mohly později nacházet v moštu. Dalším benefitem je jednoduché vytáhnutí vylisované drtě z lisovací nádoby. Výsledná vylisovaná drť bude mít hmotnost přibližně 18 kg.



Obr. 36: Lisovací nádoba

13 Cenová kalkulace

Po sečtení všech součástí celé sestavy jsem dospěl k této cenové bilanci, která je rozdělená do několika oddílů¹⁶.

PROFILY			
Název	Rozměr	Jednotková cena [Kč]	CENA [Kč]
Obdélníkový profil	80x100x3 - 21 000	211,38	4438,98
Čtvercový profil	80x80x3 - 3 000	189,43	568,29
L-profil	70x70x3 - 4 000	107,84	431,36
L-profil	40x40x3 -11 000	60,07	660,77
Trubka	159x4 - 2 000	426,15	852,3
U-profil	160x60x5 - 6 000	353,15	2118,9
SUMA			9070,6

Tabulka 6: Cenová kalkulace profily

DESKY A TYČE				
Název	Rozměr	Skutečná plocha [m ²]	Jednotková cena [m ² /Kč]	CENA [Kč]
Plocháč	40x3 - 330	0,0132	632	8,34
Stojny tl. 5mm	140x120x5	0,25	931	232,75
Spoj rámu tl. 5mm		0,0768	931	71,50
Držák motoru	200x500x5	0,1	931	93,10
Fixni mezideska	400x300x10	0,12	1849,24	221,91
Deska hydraulika	290x540x10	0,16	1849,24	295,88
Uchycení drtiče		0,1433	631,38	90,48
Fixni deska	D650x20	0,3318	3685,1	1222,72
Deska válec	300x300x20	0,09	3685,1	331,66
Zvedací deska	D550x20	0,2375	3685,1	875,21
Mezideska válec	D200x10	0,0314	1849,24	58,07
Mezideska držák	500x500x10	0,25	1849,24	462,31
Držák nádob	Tl. 3mm	1,292	632	816,54
Držák ložiska	Tl. 35mm	0,039	4577,33	178,52
Příruba motor	Tl. 20	0,0315	3685,1	116,08
Náboj	D80-80		1018,7	81,50
Pouzdro	D85-30		1181,92	35,50
SUMA				5192,06

Tabulka 7: Cenová kalkulace desky a tyče

NEREZ				
Název	Rozměr	Skutečná plocha [m ²]	Jednotková cena [m ² /Kč]	CENA [Kč]
Lisovací nádoby	TI. 3mm	2,3828	2087	4972,90
Sběrač moštu	TI. 3mm	0,6299	2087	1314,60
Nádrž na drť	TI. 3mm	1,82	2087	3798,34
Násypka plech	TI. 3mm	0,188	2087	392,36
Válec drtiče	TI. 2,5mm	0,7377	1584	1168,52
Disk nůž	TI. 4mm	0,1105	2758,8	304,85
Nože	TI. 4mm	0,0138	2758,8	38,07
Teleskop	(2x)D75-360		921,63	663,60
SUMA				12653,24

Tabulka 8: Cenová kalkulace nerez

DŘEVO				
Název	Rozměr	Skutečná plocha [m ²]	Jednotková cena [m ² /Kč]	CENA [Kč]
OSB DESKY	TI. 15mm	3,3087	195,29	646,16
SUMA				646,16

Tabulka 9: Cenová kalkulace dřevo

POHONY, LOŽISKO, HYDRAULIKA		
Název		CENA [Kč]
Motor drtič	Siemens 1TZ 9001 132 S-6 (3 kW)	9899
Motor čerpadlo	Siemens 1LA7 090-4AA (1,1 kW)	3390
Čerpadlo	Rexroth GR2 - 5,5ccm	4883
Olejová nádrž	Olejová nádrž komplet 20 l - kardanka	6175
Hydraulický válec	CDT3ME6/100/56/450Z3X/R11HDDMWWWWW	7300
Ložisko	51134 NTN - 170x215x34	8473
Šnekový dopravník	Taurus - komplet	65000
SUMA		105 120

Tabulka 10: Cenová kalkulace pohony, ložisko, hydraulika

SPOJOVACÍ MATERIÁL				
NÁZEV	DIN ROZMĚR	POČET [Ks]	Jednotková cena [Kč/Ks]	CENA [Kč]
Vrut	6x20	66	0,47	31,02
Šroub	(DIN933) M16x100	36	15,63	562,68
Podložka	(DIN125A) M16x100	72	3,6	259,2
Pérovka	(DIN127B) M16	36	2,26	81,36
Šroub	(DIN912) M8x20	4	1,45	5,8
Šroub	(DIN912) M6x20	4	0,95	3,8
Šroub	(DIN933) M10x35	9	2,98	26,82
Podložka	(DIN125A) M10	18	1,34	24,12
Pérovka	(DIN127B) M10	9	0,62	5,58
Šroub	(DIN912) M20x50	1	32,71	32,71
Šroub	(DIN912) M8x30	4	2,21	8,84
Podložka	(DIN125A) M8	10	0,83	8,3
Pérovka	(DIN127B) M8	5	0,36	1,8
Šroub	(DIN912) M8x55	1	3,09	3,09
Šroub	(DIN912) M6x8	6	1,23	7,38
SUMA				1062,5

Tabulka 11: Cenová kalkulace spojovací materiál

Celková materiálová cena je 133 744,55 Kč. Je to cena pouze za materiál. Musela by se ještě připočítat cena za práci a kompletaci zařízení.

V úvahu беру, že 1 litr moštu bude stát standartních 5 Kč.

1 lisovací proces bude trvat 5 minut. Hydraulický válec jede rychlostí 1,65 cm za 1 sekundu. To znamená, že do horní polohy vyjede za 27,3 sekundy. Během lisování musíme několikrát zastavit hydraulický válec, z důvodu odtečení moštu. Tyto pauzy budou celkem tři a budou 20 sekundové. Zbývající časový úsek je potřeba pro otočení držáku lisovacích nádob a na vytáhnutí vylisované drtě.

Za časový úsek pěti minut vylisují 88 litrů moštu. To znamená 1056 litrů moštu za hodinu. Cena za stočený mošt bude 5 280 Kč za hodinu.

Z této částky musím odečíst energii potřebnou pro pohon zařízení. V mém případě pohon drtiče, pohon šneku a pohon hydraulického válce. Součtem jejich výkonů dostanu hodnotu 5,6 kW. Průměrná cena za kWh je 4,28 Kč. To znamená, hodinový provoz bude stát 24 Kč.

Celková výtěžnost je $5\,280 - 24 = 5\,276$ Kč za 1 hodinu.

Lisovací zařízení bude v provozu 6 hodin denně pět dní v týdnu. A moštovací období bude trvat tři měsíce od srpna do října.

Materiálová návratnost bude 25,4 hodiny.

14 Použitý software

14.1 Catia V5

Pro konstrukční návrh jsem použil software Catia V5¹⁸. Je to software, který patří k předním světovým nástrojům ke zhotovování 3D návrhů. Umožňuje lídrům světového průmyslu vyrábět a vyvíjet výrobky, které jsou běžně používány. Řešení je připravené pro různá odvětví průmyslu s ohledem na dané specifikace. Nejvíce se se softwarem setkáme v leteckém a automobilovém průmyslu. Kde umožňuje firmám zrychlovat vývojový a inovační proces.

Catia V5 přináší jedinečnou možnost vytvořit model jakéhokoliv produktu. Designéři, konstruktéři, technologové a všichni spolupracovníci si mohou výrobek lépe představit díky realistické 3D vizualizaci.

Catia V5 umožní vytvořit jakoukoliv 3D sestavu pro širokou řadu strojírenských procesů a aplikací⁴:

- postupové nástroje pro tváření plechů
- formy pro vstřikování plastů
- kinematické mechanismy
- ohýbané součásti
- 3D tisk

Catia V5 obsahuje předefinované procesy, které pomáhají inženýrům zvýšit produktivitu při samotném navrhování výrobků. A to nejen rychle dokončenou mechanickou konstrukci. Ale hlavně provádět rychlé změny ve změnovém řízení nad již vytvořenými daty.

Inženýři se mohou spolehnout na kvalitní nástroje pro modelování a jednoznačně definovat mechanický výrobek, a to včetně 3D modelu, 2D výkresů, funkčních tolerancí.

Design hraje rozhodující roli pro úspěšně uvedený nový produkt na trh. Pokud se jedná o elektroniku, spotřební zboží anebo automobily. Catia V5 může pokrývat všechny potřeby na kvalitu návrhu. Výrobky jsou právě tak úspěšné, podle toho, jak moc pozitivní dojem vyvolávají u zákazníků. Pro přetvoření právě takových kladných emocí zákazníků potřebuje designér špičkové nástroje, které zároveň umožní propojení s technickým oddělením. Tyto všechny atributy je možné realizovat právě v softwaru Catia V5 [4].

14.2 Autodesk Inventor

Je to komplexní nástroj pro přesné generování konstrukční a výrobní dokumentace, která je založena na 3D modelu⁵. Uživatelé Inventoru využívají výhod digitálního prototypování. Tento program je špičkový nástroj pro 3D strojírenské navrhování, vizualizaci a simulaci.

Digitální prototypování

V inventoru je možno navrhnout výrobek a analyzovat jej před jeho skutečnou výrobou. Díky 3D vizualizaci mohou firmy lépe výrobek navrhnout a simulovat jej bez potřeby fyzických prototypů. To má za následek značné urychlení procesů a ušetření nemalých finančních prostředků.

Výkresová dokumentace

V programu Inventor je možné snadno generovat výkresovou dokumentaci. Tato výkresová dokumentace je založena na 3D modelu, tím dochází ke snížení chybovosti a urychlení navrhování. Program automaticky generuje asociativní rozpisky součástí a kusovníky vyvinuté přímo pro strojírenství.

Příklady použití softwaru INVENTOR:

- Pevnostní analýza strojních dílů - převodovky, podvozky, ložiska
- Statické výpočty v stavebnictví – schodiště, mosty, tunely
- Analýza únavy ozubených koles
- Pokročilá analýza gumových dílů, plastů a kompozitů

15 Závěr

Diplomová práce měla za úkol navrhnout komplexní zařízení pro výrobu moštu. Celé zařízení se skládá ze čtyř hlavních sestav: z násypky, drtícího zařízení, šnekového dopravníku a lisovacího zařízení. Cílem bylo, aby celé zařízení mohl obsluhovat jeden člověk. A aby jednotlivé kroky na sebe kontinuálně navazovaly. Celá konstrukce je svařovaná a přišroubovaná k betonové podlaze.

V diplomové práci jsem zohlednil, že se jedná o potravinářský průmysl, a že je třeba využívat materiálů vhodných pro kontakt s potravinami (v mém případě se jedná o nerezovou ocel).

Nakonec jsem sečetl výrobní náklady na výrobu celého zařízení a spočítal ekonomickou návratnost, kde jsem zjistil, že celková materiálová investice se vrátí za 25,4 hodin.

Poznatky, které byly zjištěny v diplomové práci by mohly být využitelné pro nějakou společnost, která se zabývá výrobou moštu. Diplomová práce obsahuje kompletní výrobní dokumentaci a je možné celou sestavu moštovacího zařízení vyrobit a uvést do provozu. Práce by se také dala použít pro potřeby průzkumu trhu v odvětví výroba moštu.

16 Seznam použité literatury

Použité internetové odkazy

1. LEINVEBER, J. — VÁVRA, P.: Strojnické tabulky: pomocná učebnice pro školy technického zaměření. 5., upr. vyd. Úvaly: Albra, 2011. ISBN 978-80-7361-081-4.
2. KALÁB, K.: Skripta Části a mechanismy strojů pro 2. a 3. ročník bakalářského studia, 2015.
3. Bosch Rexroth Česká republika [online]. [cit. 2019-04-28]. Dostupné z: <https://www.boschrexroth.com/cs/cz/>
4. Catia V5 [online]. [cit. 2019-04-28]. Dostupné z: <https://www.technodat.cz/reseni-a-sluzby/3d-plm/catia>
5. INVENTOR [online]. [cit. 2019-05-04]. Dostupné z: <http://www.lcpro.cz/inventor.php>
6. Moštování [online]. [cit. 2019-05-04]. Dostupné z: <https://www.chatar-chalupar.cz/domaci-mostovani/>
7. Moštování [online]. [cit. 2019-05-04]. Dostupné z: <https://www.mostovace.cz/vyroba-domaciho-mostu-lisem-ovoce-postup>
8. Moštovače [online]. [cit. 2019-05-04]. Dostupné z: <https://zahradka24.cz/lisy-a-drtice-na-ovoce/>
9. HANOUSEK, Miloš. Domácí výroba moštu. Grada Publishing, 2006.
10. Refraktometr [online]. [cit. 2019-05-04]. Dostupné z: <https://cs.wikipedia.org/wiki/Refraktometr>
11. BŘETISLAV, Mach. Bakalářská práce. Návrh drtiče [online]. 2007 [cit. 2019-05-04]. Dostupné z: http://www.ustavkonstruovani.cz/FileDownload/getFile/92/Bakalarska_prace_Mach_Bretislav.pdf
12. Základní vzorce pro vrtání [online]. [cit. 2019-05-04]. Dostupné z: http://www.sps-ko.cz/documents/STT_obeslova/Vrt%C3%A1n%C3%AD%20a%20vyvrt%C3%A1v%C3%A1n%C3%AD.pdf
13. Výpočet ložisek [online]. [cit. 2019-05-04]. Dostupné z: https://www.sspu-opava.cz/~dolezi/SPS/2_rocnik/SPS_Vypocet_lozisek.pdf
14. Motory siemens [online]. [cit. 2019-05-04]. Dostupné z: <http://www.elektromotory.net/siemens/1la7-1500-otacek.html>

15. Kontrola na vzpěr [online]. [cit. 2019-05-04]. Dostupné z: https://www.spszengrova.cz/texty/texty/MEC/17_MEC_VZPER_2_ROCNIK-UT.pdf
16. Ocelové profily [online]. [cit. 2019-05-04]. Dostupné z: <https://online.ferona.cz/vyhledavani/315>
17. Taurus [online]. [cit. 2019-05-04]. Dostupné z: <https://www.taurus-sro.cz/snekove-dopravniky.html>
18. MATTIVI, Patrik. Návrh polohovací lavice pro testování zámků [online]. 2017 [cit. 2019-05-18]. Dostupné z: https://dspace.vsb.cz/bitstream/handle/10084/117318/MAT680_FS_B2341_2302R010_21_2017.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Použité grafické programy

Catia V5

Inventor

17 Seznam příloh

KUSOVNIK SESTAVA DRTIC

KUSOVNIK SESTAVA DRTICI A LISOVACI ZARIZENI_LIST1

KUSOVNIK SESTAVA DRTICI A LISOVACI ZARIZENI_LIST2

KUSOVNIK SESTAVA DRTICI A LISOVACI ZARIZENI_LIST3

KUSOVNIK SESTAVA RAM LIS

KUSOVNIK SESTAVA RAM NASYPKA

KUSOVNIK SESTAVA RAM SNEK

MAT – BOCNICE_02

MAT – DISK

MAT – DNO_03

MAT – NABOJ

MAT – NUZ

MAT – PLECH_01

MAT – PLECH_02

MAT – POUZDRO

MAT – PRIRUBA

MAT – SPODNI ČÁST

MAT – VALEC BOCNICE

MAT – VALEC VRCH

MAT – VALEC

SESTAVA DRTIC

SESTAVA DRTICI A LISOVACI ZARIZENI

SESTAVA LISOVACI NADOBA LEVA

SESTAVA NUZ

SESTAVA RAM LIS

SESTAVA RAM NASYPKA

SESTAVA RAM SNEK

SESTAVA SPODNI ČÁST

SESTAVA VALEC